

(19) 世界知的所有権機関  
国際事務局



(43) 国際公開日  
2005 年 8 月 25 日 (25.08.2005)

PCT

(10) 国際公開番号  
WO 2005/077632 A1

(51) 国際特許分類:  
39/24, 39/42 // B29K 105:06

B29C 39/10,

(71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 東レ株式会社 (TORAY INDUSTRIES, INC.) [JP/JP]; 〒1038666 東京都中央区日本橋室町 2 丁目 2 番 1 号 Tokyo (JP).

(21) 国際出願番号: PCT/JP2005/002314

(22) 国際出願日: 2005 年 2 月 16 日 (16.02.2005)

(25) 国際出願の言語: 日本語

(26) 国際公開の言語: 日本語

(30) 優先権データ:  
特願2004-039882 2004 年 2 月 17 日 (17.02.2004) JP  
特願2004-063777 2004 年 3 月 8 日 (08.03.2004) JP  
特願2004-281611 2004 年 9 月 28 日 (28.09.2004) JP

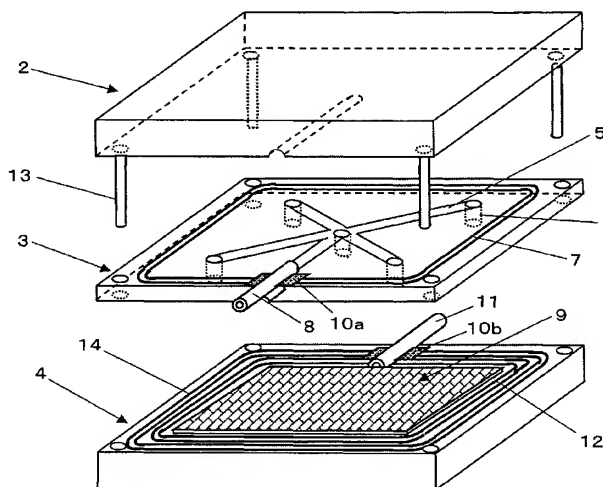
(72) 発明者; および

(75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 関戸俊英 (SEKIDO, Toshihide) [JP/JP]; 〒5200046 滋賀県大津市長等 2 丁目 8 番 40 号 グランドメゾン 704 Shiga (JP). 岩澤茂郎 (IWASAWA, Shigeo) [JP/JP]; 〒7918044 愛媛県松山市西垣生町 2 3 4 5 番地 帝人今出社宅 4-2 4 Ehime (JP). 仙波竜也 (SENBA, Tatsuya) [JP/JP]; 〒7913120 愛媛県伊予郡松前町筒井 4 5 8 番地 6 号 Ehime (JP).

[続葉有]

(54) Title: RTM MOLDING METHOD AND DEVICE

(54) 発明の名称: R T M成形方法および装置



(57) Abstract: An RTM molding method comprising disposing and clamping a reinforced fiber base material in the cavity of a molding die consisting of a plurality of dies, and then injecting resin to complete molding, characterized in that divided areas with respect to the surface direction of the reinforcing fiber base material are assumed, respective divided areas are ones in which injected resin expands over the entire surface in the areas and can be substantially uniformly impregnated in the base material thickness direction, and injected resin introducing paths are formed into the respective divided areas for respective assumed divided areas; and an RTM molding device. When a comparatively large molded product is to be formed, a molding step from resin injection to impregnating/hardening can be implemented at high speed without producing a non-resin-flowing area, thereby enabling a high-quality molded product to be produced free from voids, etc., with a molding time shortened and a production speed/production volume increased.

(57) 要約: 複数の型からなる成形型のキャビティ内に強化繊維基材を配置し、型締めした後、樹脂を注入して成形するRTM成形方法において、強化繊維基材の面方向に関して分割領域を想定し、それぞれの分割領域は、注入樹脂が領域内の全面にわたって広がりかつ基材厚み方向に実質的に均一に含浸可能な分割領域であり、想定された各分割領域のそれぞれに対し該分割領域内まで注入樹脂を導入する樹脂導入

[続葉有]

WO 2005/077632 A1



(74) 代理人: 伴俊光 (BAN, Toshimitsu); 〒1600023 東京都新宿区西新宿 8 丁目 1 番 9 号 シンコービル 伴国際特許事務所 Tokyo (JP).

(81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告書

2 文字コード及び他の略語については、定期発行される各 *PCT* ガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

路を形成することを特徴とする R T M 成形方法、および R T M 成形装置。比較的大きな成形品を成形するに際し、樹脂注入から含浸・硬化までの成形工程を、樹脂が流れない領域が生じさせることなく、高速で実施でき、成形時間の短縮、生産速度、生産量の増加、ボイド等のない高品質の成形品の製造を可能とする。

## 明 細 書

### RTM成形方法および装置

#### 技術分野

- [0001] 本発明は、比較的大型のFRP(繊維強化樹脂)を成形するためのRTM(Resin Transfer Molding)成形方法および装置に関し、特に、高速成形および表面品位の向上を可能にするRTM成形方法および装置に関する。

#### 背景技術

- [0002] FRP、特にCFRP(炭素繊維強化樹脂)は軽量、かつ高い機械的性質を有する複合材料として様々な分野で利用されている。FRP成形方法の一つとして、型に強化繊維織物の積層基材等からなる強化繊維基材を載置し、型閉めの後、型内を減圧して液状樹脂を注入し、加熱硬化させるRTM成形方法が知られている。また、このような従来の成形において、上下の賦形型で挟み込むことで、成形型に配設する前に事前に強化繊維基材にある程度の形状賦形することも提案されている(たとえば、特許文献1)。
- [0003] 従来のRTM成形方法においては、一般的には、1つの注入口から樹脂を加圧注入する。そして、場合によっては、複数の樹脂排出口を設けている。しかし、このような従来方法では、流動する樹脂量を大きく設定することが困難であること、樹脂注入口が1つであることから、大型品のRTM成形が困難であるという問題がある。すなわち、樹脂を流動させている内に、樹脂がゲル化が進み(樹脂粘度が上がり)、成形品の全域に樹脂が流れないことがある。また、樹脂に遅延剤を添加してゲル化時間を延ばすと、時間が掛かりながらも全域に樹脂を流動させることは可能であるが、所定の樹脂流動に時間がかかり、生産速度、生産量が低下する。さらに、大型品、特に比較的大きな三次元面状体を成形するに際し1つの注入口から樹脂流動させると、形状によっては樹脂が流れない領域が生じることがある。樹脂排出口を複数設けて樹脂流動を制御しても、良好に成形可能な複雑な構造には限界がある。
- [0004] 一方、樹脂注入を成形体の全面から一斉に行う方法として、RFI(Resin Film Infusion) 法がある。この方法は、未含浸の強化繊維基材に半硬化の樹脂フィルムを

貼り合わせた状態で加熱し、熔融した樹脂をホットプレスなどで加圧し含浸させる方法であるが、複雑な形状の成形が難しく、強化繊維基材の一部分に未含浸部分が生じ易いなどの問題がある。

[0005] ある程度複雑で且つ大型成形品でも含浸させる方法として例えば、特許文献2に記載の方法などがある。この方法では、前記RFI法の樹脂フィルムの代わりに例えばスポンジ材に熔融樹脂を含浸させたマトリックス樹脂の担持体を用いる方法であり、改善された方法ではあるが、大型品を安価で簡易的手法で加圧含浸させる方法として被成形体全体をバギングフィルムで覆った状態でその中を減圧する方法を採っているため、最大でも0.1MPaの加圧力しか発生しないため、厚物や細部まで完全に含浸できない等の問題がある。

[0006] これらの方法は、いずれも最初から熔融したマトリックス樹脂を流動させながら強化繊維基材に含浸させていく方法ではないことから、未含浸部発生の原因が残されている。

[0007] また、従来のRTM成形方法として、1つの注入ラインから樹脂を加圧注入する方法も知られている。例えば、成形品が多角形の形状(複数辺)からなる場合、樹脂注入は1辺から対向する他の辺に向かって注入される(例えば、特許文献3、特許文献4)。しかし、この様な方法では1辺から対向辺に向かって樹脂は確実に順次強化繊維基材に含浸しながら流動していくが、成形品が比較的大型になると樹脂流動に多大の時間を要し、場合によっては樹脂が流動中にゲル化時間に達してしまい完全に含浸する前に流動が停止するという問題がある。そこで、前記特許文献3の様に、樹脂注入ラインを成形品の複数箇所に向けて順次注入していく方法が提案されているが、この方法は成形品の成形領域内から樹脂注入するため、コアを用い該コアの両面に強化繊維基材を配置するサンドイッチ成形品に対しては成形型面側からの注入ができず適用できない。また、サンドイッチ成形品でない場合でも、両面型でしかも表面に高い意匠性を要求される成形品の成形には適用できない。この様に、上記のような従来のRTM成形方法では、比較的大型の成形品を効率良く成形することが困難であった。

[0008] 通常、比較的多くの型からなるRTM成形型には、成形に多大の時間を要すること

から生産性が低いという大きな問題がある。一方、成形型が上下型の構成では、前記の強化繊維基材の型面へのセットは比較的容易でかつセット時間も短時間でできる利点がある反面、一般的な樹脂の注入方法、即ち0.2〜1.0MPaの圧力で加圧し、格別流速をコントロールしないで樹脂注入した場合は、樹脂が圧力に応じた流速で型内に流入して行き、比較的短時間で型内に樹脂が充填されるものの、強化繊維基材が樹脂流れで乱れたり、流速が速くて不均一な流れが生じて成形品の表面にボイドやピンホールが多数発生することがある。

[0009] 特に、成形時間を短縮したり大面積の成形品を短時間で成形するために、樹脂の吐出圧力が0.5MPa以上の高圧で（従って、高速で）樹脂注入する場合は、強化繊維基材（特に、平織物）の織り組織の乱れが生じ易く、また高速で樹脂が型内を流動するため、型内のキャビティ寸法斑（特に、厚み斑）や基材の微妙な厚み斑や基材同士のオーバーラップなどによる部分的な基材構成の違いによって流動抵抗が流動領域内でばらつくため、均一な流れを保てないことから、局所的に「流れの先回り」などが生じて大きなボイドが発生することがある。更にまた、実際に該基材部分に樹脂は流れて来てはいるが、流れが速いことから例えば織物の織り目にあった気体が抜ける間が無く滞留してしまい、ピンホールとして表面に欠陥を発生させる場合がある。この様な基材乱れやボイド、ピンホールなどの意匠性に係わる外観品位の低下をもたらす従来の成形条件や成形プロセスでは、成形時間の短縮化のための高速注入を行いながら、高い表面品位を確保することは困難である。成形品のサイズが大きくなればなるほど、どうしても高速樹脂注入することから、この様な外観品位上の欠陥は発生しやすい。

[0010] この様な意匠性に係わるボイドやピンホールの発生には、樹脂の流動状態が大きく影響することから、強化繊維基材の密度、つまり目付量も重要な因子になる。つまり、1層当たりの強化繊維の目付量は樹脂の流動抵抗や気泡の抜け易さに影響を与えるため、樹脂流動条件に応じた適正な目付量に設定する必要がある。この目付の適正化は単に表面品位の面ばかりでなく、プリフォームの作業性や強度利用率等の観点からも設定する必要がある。即ち、目付が大きすぎて基材の剛性が高くなると型面に強化繊維基材が沿い難くて立体形状への賦形が難しくなり、プリフォーム化に多大

の作業時間が掛かったり、その際に基材乱れを生じてFRP成形品の力学特性が低下する事態を招くことがある。即ち、効率的な生産を行うためには、生産条件(成形サイズ・形状、成形条件など)に合った目付量が存在する。

[0011] また、成形条件の中で、特に温度や樹脂注入圧力が表面品位に与える影響度は高い。注入される樹脂自体の温度や、金型で加熱される樹脂温度が高い場合、樹脂粘度が下がって流動性が上がり、基材への樹脂含浸性は良いが、粘度上昇率が高くなって急激に流動性が悪化し、成形品が大きい場合は樹脂の流動が途中から減速し、未含浸をもたらす場合がある。どうにか全域に樹脂流動しても、粘度が高くなった領域では、未含浸には至らなくてもボイドやピンホールが多発することがある。一方、金型温度に斑があったり、成形中に変化したりすると型内に残っていた極微小な気泡同士が接触して、ボイドやピンホールに発展する大きな気泡に成長することがある。

[0012] また、圧力も適度であることが重要である。つまり、高過ぎて樹脂流速が速くなり、基材の織り組織を乱したり、キャビティ内で体積膨張して気泡を発生させたり、低過ぎて残存気泡を小さく圧縮できない場合がある。

[0013] また、反応性樹脂から硬化過程で反応ガスが生じたり、既に樹脂中に内包していた微細なガス(気泡)が時間と共に成長して大きくなり、ボイドやピンホールに成長することもあるので、樹脂が基材に含浸した後はできるだけ早く、速やかに硬化する方がよい。

[0014] 該反応性樹脂の材料特性が成形収率に与える影響度は非常に高く、例えば硬化剤の種類によっては樹脂の反応の初期に反応速度が最大となり、時間が経過する。従って反応速度が低下し、そのために硬化に要する時間が長くなる場合がある。これに対して、成形型の温度を上昇させて硬化時間を短縮しようとする、今度は初期の粘度上昇が過大となり、樹脂注入・流動時に粘度が過度に上昇して、果てはゲル化してしまい、成形が途中で停止して未含浸部分を生じる場合もある。

[0015] この様に、FRP成形(特に、RTM成形)では、成形サイズ(面積)に応じた適正な成形条件や材料特性が存在し、適正な条件で成形しないと品質面、特に表面品位の点で問題を生じ易いと言える。

- [0016] さらに、成形品の表面品位を向上させることを目的の一つとして、RTM成形に先立ち、上下の賦形型で挟み込むことで、成形型に配設する前に事前に強化繊維基材にある程度の形状賦形して、そのまま強化繊維基材だけを成形面に直接配置する方法が提案されている(たとえば、前述の特許文献1)。
- [0017] ところが上記のような従来の成形法においては、注入、硬化される樹脂が、十分に行き渡って強化繊維基材に隅々まで含浸されていないと、ボイドやピンホール発生の原因となり、成形品の機械的特性を低下させたり、表面品位の低下を招くことになる。特に表面に、中でも意匠面側にボイドやピンホールが現れると、通常、樹脂を補充する等の補修を行っているが、この補修に手間がかかり、製造工程全体の効率を低下させることとなっている。
- [0018] このような意匠面の表面品位を損なうボイドやピンホールの発生を防止する対策として表層基材の上面にランダムマット層を設ける場合がある。このランダムマット層が最外層になるため「サーフェスマット」と呼ばれる由縁でもあり、特にプリプレグ／オートクレーブ硬化法、RFI(Risin Film Infusion)及びハンドレイアップ法などでは、時折適用されている。ところがその構成としては、後述する本発明に係る態様に比べ、表層基材とランダムマット層が全く入れ替った基材構成となっている。
- [0019] このような基材構成でRTM成形や真空成形等のように、ドライの基材に樹脂流体を注入し、流動させて含浸させていく成形方法では、樹脂の流動によって気泡も流出させる必要があり、どうしても樹脂流動性が低い箇所にはボイドが発生したり、気泡が残留したままでピンホールとなり易い。
- [0020] 上述のようなランダムマットをサーフェスマットとして用い、最外層に配置してRTM成形や真空成形方法でFRP成形した場合、ドライ基材の状態であるランダムマットが金型面に押し付けられ、低目付のランダムマットは、嵩高性が低いため金型面とランダムマット間の隙間が非常に小さい。そのために、その隙間への樹脂流動が悪く、結果的にその箇所にボイドやピンホールが発生しやすい。このように、特にRTM成形方法や真空成形方法においては、最外層(表層の意匠面)にランダムマット層を設けてもボイドやピンホールの発生を防止することはできない。

特許文献2:特開2002-234078号公報

特許文献3:特開平8-58008号公報

特許文献4:特開2003-11136号公報

## 発明の開示

### 発明が解決しようとする課題

- [0021] そこで本発明の第1の課題は、上記のような現状に鑑み、比較的大きな三次元面状体に対しても、樹脂注入から含浸・硬化までの成形工程を、樹脂が流れない領域が生じさせることなく、従来のRTM成形方法や装置に対して高速で実施でき、それによって、成形時間の短縮、生産速度、生産量の増加、特に1型当たりの生産量を増加して、製造コストの低減をはかることが可能なRTM成形方法および装置を提供することにある。
- [0022] また、本発明の第2の課題は、比較的大型、つまり、実質的に投影面積が $1\text{m}^2$ 以上の繊維強化樹脂製品を成形するRTM成形において、ボイド等のない高品質の成形品を効率よく短時間で成形可能なRTM成形方法および装置を提供することにある。
- [0023] さらに、本発明の第3の課題は、樹脂を注入する工程で容易にかつ確実に注入樹脂を所望の範囲全体にわたって良好に行き渡らせ、特に表面に、中でも意匠面側に、ボイドやピンホールが生じないようにして表面品位の向上をはかった繊維強化樹脂を製造できるRTM成形方法を提供することにある。

### 課題を解決するための手段

- [0024] 上記課題を解決するために、本発明に係るRTM成形方法は、複数の型からなる成形型のキャビティ内に強化繊維基材を配置し、型締めした後、樹脂を注入して成形するRTM成形方法において、前記強化繊維基材の面方向に関して分割領域を想定し、それぞれの分割領域は、注入樹脂が領域内の全面にわたって広がりかつ基材厚み方向に実質的に均一に含浸可能な分割領域であり、想定された各分割領域のそれぞれに対し該分割領域内まで注入樹脂を導入する樹脂導入路を形成することを特徴とする方法からなる。このRTM成形方法においては、少なくとも型締めした後から樹脂注入開始まで、所定の時間の間樹脂排出ラインより真空吸引することもできる。



- [0025] また、本発明に係るRTM成形装置は、複数の型からなる成形型のキャビティ内に強化繊維基材を配置し、型締めした後、樹脂を注入して成形するRTM成形装置において、前記強化繊維基材の面方向に関して分割領域を想定し、それぞれの分割領域は、注入樹脂が領域内の全面にわたって広がりかつ基材厚み方向に実質的に均一に含浸可能な分割領域であり、想定された各分割領域のそれぞれに対し該分割領域内まで注入樹脂を導入する樹脂導入路を形成することを特徴とするものからなる。このRTM成形装置においては、少なくとも型締めした後から樹脂注入開始まで、所定の時間の間樹脂排出ラインより真空吸引する手段を有する構成とすることもできる。
- [0026] 上記のような本発明に係るRTM成形方法および装置においては、比較的広い面積を有する強化繊維基材に対し、適切なサイズの分割領域を想定し、各分割領域のそれぞれに対し該分割領域内まで注入樹脂を導入する樹脂導入路を形成して、該樹脂導入路を介して樹脂を注入することにより、結果として、強化繊維基材の全域にわたって、迅速且つ均一に樹脂を含浸させるようにしている。分割領域の分割数は、後述の第1、第2の態様に示すように、複数の数えられる数としてもよく、後述の第3の態様に示すように、実質的に無数の分割領域数としてもよい。
- [0027] そして本発明は、とくに上記第1の課題を解決するために、前記成形型を構成する型間に、厚み方向に貫通する樹脂流路を有する中間部材を配設し、該中間部材を介して、樹脂を前記強化繊維基材に対して複数の箇所からほぼ同時に注入するRTM成形方法を提供する(第1の態様に係る方法)。
- [0028] また、本発明は、前記成形型を構成する型間に、厚み方向に貫通する樹脂流路を有し、該樹脂流路を介して樹脂を前記強化繊維基材に対して複数の箇所からほぼ同時に注入可能な中間部材が設けられているRTM成形装置を提供する(第1の態様に係る装置)。
- [0029] この第1の態様に係るRTM成形方法および装置においては、いずれかの型に、強化繊維基材に対して実質的に全周にわたって延びる樹脂排出用溝が形成されている構成とすることができる。また、上記中間部材に、強化繊維基材に対して実質的に全周にわたって延びる樹脂排出用溝が形成されている構成とすることもできる。

- [0030] 上記中間部材は、その一面側に形成された樹脂流路用溝と、該溝に連通し前記面とは反対面である強化繊維基材配置側の面へと貫通する貫通孔が設けられている構成とすることができる。
- [0031] 上記中間部材としては、金属製または樹脂製のいずれのものも使用可能である。また、樹脂注入用部材（たとえば、樹脂注入用パイプ）を上記中間部材とそれに対向する型で挟圧してシールする構成とすることができる。また、樹脂排出用部材（たとえば、樹脂排出用パイプ）を上記中間部材と強化繊維基材を介して前記中間部材に対向する型で挟圧してシールする構成とすることもできる。
- [0032] また、上記中間部材として、複数の貫通孔を設けた多孔板や樹脂製フィルムを使用することもできる。この場合、中間部材に対向する型に樹脂通路用の溝が設けられている構成とすることができる。また、上記中間部材とそれに対向する型との間に隙間を形成し、該隙間が1〜10mmの範囲内に設定されている構成とすることもできる。
- [0033] また、上記強化繊維基材にコア材が積層されている構成、代表的には、コア材を両側から強化繊維基材で挟んだサンドイッチ構造を採用することができる。
- [0034] また、成形型の型合わせ面部におけるシール性、とくに、樹脂注入部や排出部におけるシール性を向上して、RTM成形サイクルタイムを短くするために、樹脂の注入用のチューブおよび／または排出用のチューブを型合わせ面部に挟圧して設け、該チューブと型との間を弾性体（シール用弾性体）を介してシールする構造を採用することもできる。
- [0035] 上記シール性向上構造においては、シール用弾性体に、成形型のキャビティを型合わせ面部でシールするOリングの端部が内蔵されている構成とすることができる。
- [0036] また、樹脂注入中に発生する樹脂中の溶存気体の蒸発による気泡や、型の角部に滞留する微少な気泡を排出可能とするために、上記成形型内に樹脂を加圧注入しながら成形型内の気体と余剰樹脂を間欠的に排出する構成とすることができる。
- [0037] この場合、加圧注入された樹脂の前記成形型内での樹脂圧力を $P_m$ 、樹脂を注入する注入口での樹脂吐出圧力を $P_i$ としたとき、選択的に $P_m = P_i$ 、 $P_m < P_i$ として、成形型内に流入している樹脂の流量を制御することができる。また、成形型内に流入している樹脂の流量を、樹脂を排出する排出口の口径の調節によって制御することも

できる。排出口の口径の調節と、その調節のタイミングとを記憶し、その記憶情報に基づいて成形型内の樹脂流量を自動的に制御するようにすることもできる。

- [0038] また、成形型のキャビティ内に樹脂を加圧注入するとき、樹脂の単位時間流量( $Q$ : cc/min)とキャビティの投影面積( $S$ : m<sup>2</sup>)との比( $Q/S$ : cc/min・m<sup>2</sup>)が、

$$50 < Q/S < 600$$

の範囲内である構成とすることができる。

- [0039] この場合、上記比( $Q/S$ : cc/min・m<sup>2</sup>)と樹脂の加圧力( $P$ : MPa)との積( $(Q/S) \times P$ : ccMPa/min・m<sup>2</sup>)が、

$$20 \leq (Q/S) \times P \leq 400$$

の範囲内である構成とすることもできる。

- [0040] また、上記樹脂の加圧力が0.2〜0.8MPaの範囲内である構成、上記樹脂が、加熱温度が60〜160℃の範囲の一定温度下で、3〜30分で硬化される構成を採用することができる。

- [0041] 上記のような第1の態様に係るRTM成形方法および装置は、次のような基本思想に基づいて、前述の課題の解決をはかったものである。すなわち、とにかく樹脂注入口を増やし、一つの注入口当たりの樹脂流動領域を小さくする。そして、樹脂を強化繊維基材に含浸する前に、一旦基材表面に流して樹脂を溜めるようにし、その樹脂に圧力をかけて一気に全域に樹脂流動させて含浸させる。このとき、実質的な樹脂流動は、基材の厚み分になるようにする。つまり、事前に樹脂を十分に広い領域にわたって面方向に流動させておき、そこから一気に基材の厚み方向に流動、含浸させるのである。したがって、樹脂は基材の全域(周辺からではなく)から基材に注入されることになり、極めて迅速に基材に含浸される。樹脂排出は、周辺(場合によっては、全周)から行うことが好ましい。

- [0042] このような樹脂流動動作を行わせるために、上記RTM成形方法および装置では、型間に、たとえば、一方の型(たとえば、上型)と他方の型(たとえば、下型)の間に、樹脂流路を形成する中間部材(たとえば、樹脂注入マルチボート用の中間プレート)を配設し、該中間部材を介して、樹脂を強化繊維基材に対して複数の箇所からほぼ同時に注入する。たとえば、中間部材に設けた複数の注入口から、強化繊維基材に

対しほぼ同時に樹脂を流し、基材の全域にほぼ均等に樹脂を流す。

- [0043] また、強化繊維基材と上型(一方の型)の間に、中間部材として、注入開口面積の小さい中間プレート(樹脂流動抵抗が大きい多孔板や穴開きフィルムなど)を設け、該中間プレートと上型の間に微小隙間(たとえば、上記の1〜10mmの範囲の隙間)を保って、その隙間に樹脂を流すこともできる。流動抵抗が低いため、中間プレートの穴から流れる前に、十分に広い領域に広がり、樹脂が溜められ、それから実質的に一気に貫通孔を通して強化繊維基材方向に注入される。したがって、この場合にも、複数の箇所からほぼ同時に、均等に樹脂注入することができる。
- [0044] また、本発明は、とくに前記第2の課題を解決するために、前記キャビティの外周に配置された樹脂注入ラインから樹脂排出ラインに向けて樹脂を注入して前記強化繊維基材に樹脂含浸後、加熱硬化させるRTM成形方法であって、前記樹脂注入ラインが複数の分割形成されているRTM成形方法を提供する(第2の態様に係る方法)。
- [0045] また、本発明は、前記キャビティの外周に配置された樹脂注入ラインから樹脂排出ラインに向けて樹脂を注入して前記強化繊維基材に樹脂含浸後、加熱硬化させるRTM成形装置であって、前記樹脂注入ラインが複数の分割形成されているRTM成形装置を提供する(第2の態様に係る装置)。
- [0046] この第2の態様に係るRTM成形方法および装置においては、上記樹脂注入ラインと樹脂排出ラインとが、上記キャビティの実質的に外周全域に渡って形成されていることが好ましい。また、上記樹脂注入ラインと樹脂排出ラインに関し、樹脂注入ラインの長さが前記樹脂排出ラインの長さの2倍以上であることが好ましい。
- [0047] このような樹脂注入ラインおよび／または樹脂排出ラインは、成型型に加工された溝(凹部状の溝)から構成することができる。成型型が上型と下型とからなる場合、上記溝は総て下型に加工されていることが好ましい。
- [0048] また、上記樹脂排出ラインも複数の分割形成されている構成とすることができる。
- [0049] 複数の分割形成されてなる樹脂注入ラインからの樹脂注入は、樹脂排出ラインから実質的に遠い側の樹脂注入ラインより順次行うことが好ましい。また、樹脂排出ラインからも、所定の時間後に樹脂注入ラインに切り換えて樹脂注入を行うようにすることも

可能である。

[0050] また、この第2の態様に係るRTM成形方法および装置においても、上記強化繊維基材にコア材が積層されている構成、代表的には、コア材を両側から強化繊維基材で挟んだサンドイッチ構造を採用することができる。

[0051] また、成形型の型合わせ面部におけるシール性、とくに、樹脂注入部や排出部におけるシール性を向上して、RTM成形サイクルタイムを短くするために、樹脂の注入用のチューブおよび／または排出用のチューブを型合わせ面部に挟圧して設け、該チューブと型との間を弾性体（シール用弾性体）を介してシールする構造を採用することもできる。

[0052] 上記シール性向上構造においては、シール用弾性体に、成形型のキャビティを型合わせ面部でシールするOリングの端部が内蔵されている構成とすることができる。

[0053] また、樹脂注入中に発生する樹脂中の溶存気体の蒸発による気泡や、型の角部に滞留する微少な気泡を排出可能とするために、上記成形型内に樹脂を加圧注入しながら成形型内の気体と余剰樹脂を間欠的に排出する構成とすることができる。

[0054] この場合、加圧注入された樹脂の前記成形型内での樹脂圧力を $P_m$ 、樹脂を注入する注入口での樹脂吐出圧力を $P_i$ としたとき、選択的に $P_m = P_i$ 、 $P_m < P_i$ として、成形型内に流入している樹脂の流量を制御することができる。また、成形型内に流入している樹脂の流量を、樹脂を排出する排出口の口径の調節によって制御することもできる。排出口の口径の調節と、その調節のタイミングとを記憶し、その記憶情報に基づいて成形型内の樹脂流量を自動的に制御するようにすることもできる。

[0055] また、成形型のキャビティ内に樹脂を加圧注入するとき、樹脂の単位時間流量( $Q$ : cc/min)とキャビティの投影面積( $S$ : m<sup>2</sup>)との比( $Q/S$ : cc/min・m<sup>2</sup>)が、

$$50 < Q/S < 600$$

の範囲内である構成とすることができる。

[0056] この場合、上記比( $Q/S$ : cc/min・m<sup>2</sup>)と樹脂の加圧力( $P$ : MPa)との積( $(Q/S) \times P$ : ccMPa/min・m<sup>2</sup>)が、

$$20 \leq (Q/S) \times P \leq 400$$

の範囲内である構成とすることもできる。

- [0057] また、上記樹脂の加圧力が0.2〜0.8MPaの範囲内である構成、上記樹脂が、加熱温度が60〜160℃の範囲の一定温度下で、3〜30分で硬化される構成を採用することができる。
- [0058] また、本発明は、とくに前記第3の課題を解決するために、前記強化繊維基材の少なくとも片側の表層が連続繊維層からなり、該表層の真下の層がランダムマット層からなるRTM成形方法を提供する(第3の態様に係る方法)。
- [0059] ランダムマット層は繊維配向がランダムで且つ低目付であることから樹脂の流動抵抗が低いため、このランダムマット層を設けることにより、比較的樹脂が流れやすい樹脂流路を形成することが可能となる。そして、このランダムマット層を少なくとも片側の表層の連続繊維基材の真下に配置することにより、樹脂注入の際に、とくにその表層近傍で良好な樹脂流れ、中でも表層の面に沿う方向の良好な樹脂流れを形成でき、ボイドとなる樹脂含浸不良部分の発生を防止して、成形品の表面を向上することができる。
- [0060] この第3の態様に係るRTM成形方法においては、上記表層は3層以下の連続繊維層から形成されていることが好ましい。あまり厚い連続繊維基材とすると、該基材を通してランダムマット層に樹脂が到達しにくくなったり、また、ランダムマット層中を良好に流動した樹脂が表層の連続繊維基材中に含浸されにくくなったりするおそれがあるので、表層の連続繊維基材の積層形態を3層以下とすることが好ましい。
- [0061] また、表層を形成する連続繊維層の総目付が $700\text{g}/\text{m}^2$ 以下であることが好ましく、表面意匠性の点から平織や綾織、縹子織などの織物からなることが好ましい。また、これら織物の織り目にはピンホールの原因となる気泡が滞留し易いが、上述のように表面基材の真下にランダムマット層を配置することによって気泡を流出させ、ピンホールの発生を防ぐことができる。この表層は、例えば、炭素繊維織物から構成できる。但し、強化繊維としては、炭素繊維、ガラス繊維、アラミド繊維、金属繊維、ボロン繊維、アルミナ繊維、炭化ケイ素高強度合成繊維等を用いることができるが、とくに、炭素繊維やガラス繊維が好ましい。中でも、上記表層の強化繊維が炭素繊維織物からなることが好ましい。
- [0062] 上記ランダムマット層の総目付としては、ランダムマット層が、とくに樹脂流動、含浸

の際抵抗の小さい樹脂流路を形成するのを主目的に配置されるため、表層基材や強化繊維層基材より低い $150\text{g}/\text{m}^2$ 以下であることが好ましい。このランダムマット層は、強化繊維層よりマトリックス樹脂の流動抵抗を低くすることによって該樹脂の流動性や含浸性を大幅に改善させ、ボイドやピンホールの発生を防止して表面品位を向上する役目を果たすものである。したがって、この目的を達成できる限り、FRPの強度や剛性等の機械的特性維持の面からは、殆ど強化繊維とはならないランダムマット層は多すぎることは好ましくなく、上記の如く総目付を $150\text{g}/\text{m}^2$ 以下にすることが好ましい。

- [0063] また、このランダムマット層には炭素繊維やアラミド繊維でもよいが、比較的安価なガラス繊維を用いることができ、より好ましい。
- [0064] また、この第3の態様に係るRTM成形方法においても、上記強化繊維基材にコア材が積層されている構成、代表的には、コア材を両側から強化繊維基材で挟んだサンドイッチ構造を採用することができる。
- [0065] このような第3の態様に係るRTM成形方法により、樹脂を注入する工程で容易にかつ確実に注入樹脂を所望の範囲全体にわたって良好に行き渡らせ、特に表面に、中でも意匠面側に、ボイドやピンホールが生じないようにして表面品位の向上をはかった繊維強化樹脂が得られる。この第3の態様に係るRTM成形方法は、とくに前記第2の態様に係るRTM成形方法と組み合わせて用いることができ、その場合にランダムマット層による効果をより良好に発揮することができる。

### 発明の効果

- [0066] 本発明に係るRTM成形方法および装置によれば、比較的広い面積の強化繊維基材を用いる場合にあっても、適切な分割領域を想定して各分割領域に対し注入樹脂が十分に行き渡りかつ良好に含浸できるようにしたので、樹脂注入から含浸・硬化までの成形工程を、樹脂が流れない領域が生じさせることなく、高速で実施でき、成形時間の短縮、生産速度、生産量の増加、製造コストの低減をはかることができる。また、全域にわたって樹脂を望ましい状態で含浸できるようになり、成形品の表面品位の向上をはかることができるようになる。
- [0067] とくに上記第1の態様に係るRTM成形方法および装置によれば、中間部材を介し

て先に樹脂を十分に広い領域に広がるように流動させ、しかる後に、強化繊維基材に対し、複数の箇所からほぼ同時に、均等に樹脂注入するようにしたので、比較的大きな三次元面状体に対しても、樹脂が流れない領域が生じさせることなく、高速で成形を実施できるようになる。その結果、成形時間を大幅に短縮することができ、生産速度、生産量を増加することが可能になり、1型当たりの生産量を増加して製造コストの低減をはかることが可能になる。また、大型成形品に対しても、容易に樹脂未含浸部の発生を防止することが可能になり、成形品の品質の向上をはかることもできる。

[0068] また、上記第2の態様に係るRTM成形方法および装置によれば、従来のRTM成形では困難であった比較的大型のFRP成形品をボイドなどの欠陥が発生することのない状態で、効率よく短時間で安定的に成形できる。即ち、高サイクルで量産が可能となる。

[0069] また、上記第3の態様に係るRTM成形方法によれば、少なくとも片側の表層の連続繊維基材の真下に該表層基材や強化繊維層基材より低目付のランダムマット層を配置したことにより、強化繊維基材に樹脂を注入、含浸する際に、流動抵抗の小さな、樹脂が流れやすい樹脂流路が形成され、且つ、繊維配向がランダムであることから注入樹脂が良好に隅々にまで行き渡って、ボイドやピンホール等の樹脂含浸不良に起因する欠陥の発生が防止される。とくに、表層直下にランダムマット層が配置されることにより、成形品の表面にこのような欠陥が発生することが効率よく防止され、成形品の表面品位、とくに意匠面の品位が効果的に向上される。

#### 図面の簡単な説明

[0070] [図1]本発明の第1実施態様に係るRTM成形方法に用いる装置の分解斜視図である。

[図2]図2Aは、図1の装置の上型の平面図、図2Bは、その正面図である。

[図3]図3Aは、図1の装置の中間部材の平面図、図3Bは、図3AのC-C線に沿う断面図である。

[図4]図4Aは、図1の装置の下型の平面図、図4Bは、図4AのC-C線に沿う断面図である。

[図5]本発明の第1実施態様とは別の実施態様に係るRTM成形方法に用いる装置



の断面図である。

[図6]図5の装置の上型の底面図である。

[図7]図5の装置の下型の平面図である。

[図8]本発明の第2実施態様に係るRTM成形方法および装置に用いる成形型の一例を示す斜視図である。

[図9]図8の成形型の下型の平面図である。

[図10]図9の下型の縦断面図である。

[図11]本発明の第2実施態様に係るRTM成形方法および装置を用いたRTM成形システムの概略全体構成図である。

[図12]本発明の実施例に用いた樹脂の特性図である。

[図13]本発明に第3実施態様に係るRTM成形方法により成形される繊維強化樹脂のプリフォーム基材の構成を示す部分断面図である。

[図14]図13の基材に樹脂を注入、含浸する際の様子を示した部分断面図である。

[図15]本発明の第3実施態様とは別の実施態様に係るRTM成形方法により成形される繊維強化樹脂のプリフォーム基材の構成を示す部分断面図である。

[図16]図15の基材に樹脂を注入、含浸する際の様子を示した部分断面図である。

[図17]図17Aは、図13のプリフォーム基材の表層基材の部分断面図、図17Bは、その平面図である。

[図18]図18A〜Cは、本発明の第3実施態様で使用可能な成形方法を示す概略構成図である。

[図19]図13とはさらに別の実施態様に係る繊維強化樹脂の構成を示す部分断面図である。

[図20]本発明に係るRTM成形方法および装置におけるシール性向上構造の一例を示す成形型の概略分解斜視図である。

[図21]別のシール性向上構造例を示す成形型の縦断面図である。

[図22]成形型の合わせ面に用いられる樹脂注入・排出用チューブの斜視図である。

[図23]図23A〜Fは、成形型合わせ面に配設された樹脂注入・排出用チューブ部の各種シール形態の例を示す構造構成図である。

## 符号の説明

- [0071] 1、20 成形型
- 2、21 上型
- 3、24 中間部材
- 4、22 下型
- 5 樹脂注入流路用溝
- 6、24a 貫通孔
- 8、26 樹脂注入部材
- 9、23 強化繊維基材
- 11、27 樹脂排出部材
- 25 隙間(クリアランス)
- 41 RTM成形型
- 42 上型
- 43 下型
- 44 プリフォーム基材(強化繊維基材)
- 45 型シール材
- 46、47、48 樹脂注入管
- 46a、47a、48a シール用ゴム部材
- 46b、47b、48b 樹脂注入バルブ
- 46c、47c、48c 樹脂注入ランナー
- 46d、47d、48d 樹脂注入フィルムゲート
- 49 樹脂排出管
- 49a シール用ゴム部材
- 49b 樹脂排出バルブ
- 49c 樹脂排出ランナー
- 49d 樹脂排出フィルムゲート
- 50 キャビティ
- 51 ピン孔

- 52 ピン
- 54 RTM成形システム
- 55 金型昇降装置
- 56 金型昇降用油圧装置
- 57 樹脂注入装置
- 58 真空ポンプ
- 59 樹脂トラップ
- 60 温調機
- 61a 主剤タンク
- 61b 硬化剤タンク
- 62 加圧装置
- 63 混合ユニット
- 64 分岐管
- 65 樹脂注入流路
- 66 油圧シリンダー
- 67 排出流路
- 68 油圧ポンプ
- 71、76、100 繊維強化樹脂
- 72、72a、72b 表層基材
- 73、73a、73b ランダムマット層
- 74、74a、74b 強化層を構成する強化繊維基材
- 75a、75b、75c、75d 樹脂流れの流線
- 75、77a、77b 樹脂
- 78、79、82 気泡
- 83 上型
- 84 下型
- 85 樹脂注入口
- 86 吸引口

- 87 プリフォーム基材
- 88 樹脂注入用ランナー
- 89 吸引用ランナー
- 90 シール溝
- 91 樹脂タンク
- 92、95 バルブ
- 93 樹脂注入経路
- 94 真空ポンプ
- 96 吸引経路
- 97 成形品
- 101 コア材
- 111、131、151 上型
- 112、132、152 下型
- 113、133 キャビティ
- 114、138 樹脂注入用ランナー
- 115、139 樹脂排出用ランナー
- 116、134 樹脂注入用チューブ
- 117、135 樹脂排出用チューブ
- 118、119、136、137、153 シール用弾性体
- 121、154 Oーリング
- 122 強化繊維基材
- 123 強化繊維プリフォーム体
- 124 コア材
- 125 強化繊維基材
- 126、127 ゲート

発明を実施するための最良の形態

[0072] 以下に、本発明の望ましい実施の形態について、図面を参照しながら説明する。

まず、本発明における強化繊維としては、炭素繊維、ガラス繊維、アラミド繊維、金

属繊維、ボロン繊維、アルミナ繊維、炭化ケイ素高強度合成繊維等を用いることができ、とくに、炭素繊維が好ましい。強化繊維基材の形態は特に限定されず、一方向シートや織物等を採用でき、通常、これらを複数枚積層して強化繊維基材を形成し、必要に応じて事前に賦形したプリフォームの形態で用いる。

[0073] 本発明に係るRTM成形方法および装置で使用する樹脂としては、粘度が低く強化繊維への含浸が容易な熱硬化性樹脂または熱可塑性樹脂を形成するRIM用(Resin Injection Molding)モノマーなどが好適である。熱硬化性樹脂としては、たとえば、エポキシ樹脂、不飽和ポリエステル樹脂、ポリビニルエステル樹脂、フェノール樹脂、グアナミン樹脂、また、ビスマレイド・トリアジン樹脂等のポリイミド樹脂、フラン樹脂、ポリウレタン樹脂、ポリジアリルフタレート樹脂、さらにメラミン樹脂やユリア樹脂やアミノ樹脂等が挙げられる。

[0074] また、ナイロン6、ナイロン66、ナイロン11などのポリアミド、またはこれらポリアミドの共重合ポリアミド、また、ポリエチレンテレフタレート、ポリブチレンテレフタレートなどのポリエステル、またはこれらポリエステルの共重合ポリエステル、さらにポリカーボネート、ポリアミドイミド、ポリフェニレンスルファイド、ポリフェニレンオキシド、ポリスルホン、ポリエーテルスルホン、ポリエーテルエーテルケトン、ポリエーテルイミド、ポリオレフィンなど、更にまた、ポリエステルエラストマー、ポリアミドエラストマーなどに代表される熱可塑性エラストマー等が挙げられる。

[0075] また、上記の熱硬化性樹脂、熱可塑性樹脂、ゴムから選ばれた複数をブレンドした樹脂を用いることもできる。

[0076] 中でも好ましい樹脂として、自動車用外板部材の意匠性に影響を与える成形時の熱収縮を抑える観点から、エポキシ樹脂が挙げられる。

[0077] 一般的に複合材料用エポキシ樹脂としては、主剤として、ビスフェノールA型エポキシ樹脂、フェノールノボラック型エポキシ樹脂、グリシジルアミン型エポキシ樹脂が用いられる。一方、硬化剤としては、ジシアンジアミドにジクロロフェニルジメチル尿素を組み合わせた硬化剤系が作業性、物性等のバランスに優れている点で好適に使用されている。しかし、特に限定されるものではなく、ジアミノジフェニルスルホン、芳香族ジアミン、酸無水物ポリアミドなども使用できる。また、樹脂と前述の強化繊維の比

率は、重量比率で20:80〜70:30の範囲内が外板として適当な剛性を保持する点で好ましい。その中でも、FRP構造体の熱収縮を低減させ、クラックの発生を抑えるという点から、エポキシ樹脂または熱可塑性樹脂やゴム成分などを配合した変性エポキシ樹脂、ナイロン樹脂、ジシクロペンタジエン樹脂がより適している。

[0078] また、本発明においては、繊維強化樹脂とコア材との積層構造を有する繊維強化樹脂構造体を成形する際にも適用できる。たとえば、コア材の両側に繊維強化樹脂層を配置したサンドイッチ構造を挙げることができる。コア材としては、弾性体や発泡材、ハニカム材の使用が可能であり、軽量化のためには発泡材やハニカム材が好ましい。発泡材の材質としては特に限定されず、たとえば、ポリウレタンやアクリル、ポリスチレン、ポリイミド、塩化ビニル、フェノールなどの高分子材料のフォーム材などを使用できる。ハニカム材の材質としては特に限定されず、たとえば、アルミニウム合金、紙、アラミドペーパー等を使用することができる。

[0079] 図1〜図4は、本発明の第1実施態様に係るRTM成形方法および装置について示したものである。図1において、成形型1は、複数の型からなり、本実施態様では、一方の型としてのスチール製の型2と、他方の型としての同じ材質の型4を有し、間に、中間部材として樹脂製（例えば、ポリエチレン）の中間プレート3を有する。この型2と中間プレート3によって、樹脂注入流路と基材への注入ポートを形成する。中間プレート3には、樹脂注入部材8と連通する樹脂流路用溝5が加工されており、各溝5の端部には注入ポート用貫通孔6が加工（穿孔）されている。樹脂注入部材8は、金属製パイプまたは樹脂製チューブから構成されており、型2を構成する金型および中間プレート3に対して、ゴムなどの弾性体からなるシール材10aでシールされている。型2および中間プレート3の周辺部はOリング7でシールされており、Oリング7はシール材10aと結合されている。型2の四隅には、中間プレート3や型4と連結するための案内ガイド13が設けられている。

[0080] 型4のキャビティ部位には強化繊維基材9が配置され、基材9の外周側には樹脂排出用溝12（ランナー）が加工されている。その溝12の一部に差し込まれた樹脂排出チューブ11から、余剰樹脂が型外に排出される。該溝12の周囲にはシール用Oリング14が配設され、チューブ11と金型4とのシールを行う弾性体等からなるシール

材10bと結合されている。

- [0081] 図2は上型2を示しており、図2Aはその平面図、図2Bは正面図である。上型2には、樹脂注入流路15が形成されており、その入口には樹脂注入部材8の上半分が収まるようになっている。
- [0082] 図3は中間プレート3を示しており、図3Aはその平面図、図3Bは図3AのC-C線に沿う断面図である。本例の中間プレート3の寸法は、幅1800mm、長さ2000mm、厚さ12mmである。中間プレート3には、金属パイプまたは樹脂チューブ製の樹脂注入部材8と連通する樹脂流路用溝5が放射状に延びるように加工されており、その溝5の中間や端部には直径5mmの注入ポート用貫通孔6が穿孔されている。本例では、溝寸法が幅5mm、深さ4mmで、放射状に延びた流路長は各々540mmである。周辺はOリング7でシールされ、上記弾性体10aと結合されている。
- [0083] 図4は下型4を示しており、図4Aはその平面図、図4Bは図4AのC-Cに沿う断面図である。成形面の中央キャビティ部には強化繊維基材9（例えば、東レ（株）製トレカT300平織物CO6644B（目付； $300\text{g}/\text{m}^2$ ）を6ply）がレイアップされている。その基材外周側には、樹脂含浸後の樹脂排出用溝12（ランナー：寸法は幅が12mm、深さが5mm）が加工されている。その溝12の一部に差し込まれた外径12mm、内径10mmの樹脂排出チューブ11から、余剰樹脂が型外に排出される。
- [0084] このように構成された上下型2、4および中間プレート3を用いた成形では、中間プレート3により複数の樹脂流路が形成されているので、樹脂注入部材8から注入された樹脂は、まず、中間プレート3の面に沿う方向に迅速に流動し、広い領域にわたって行き渡る。そして、適当に複数設けられた貫通孔6を通して、複数箇所から実質的にはほぼ同時に強化繊維基材9に注入されるので、強化繊維基材9の広い領域にわたって樹脂が良好にかつ迅速に含浸されていく。すなわち、貫通孔6の流動抵抗は樹脂流路よりも高いので、注入樹脂は一旦中間プレート3の面上に溜められ、そこから複数の貫通孔6を通して一気に強化繊維基材9に含浸されていく。実際にエポキシ樹脂を用いて、金型温度90℃で成形した結果、樹脂が行き渡らない部分の発生が防止されるとともに、樹脂注入、含浸時間が従来の1/10以下に大幅に短縮され、高速成形が達成される。

[0085] 図5〜図7は、上記第1実施態様とは別の実施態様に係るRTM成形方法および装置について示したものである。図5においては、成形型20の上型21と下型22の間に、多孔板または穴あきフィルムからなる中間部材24(本実施態様では多孔板)がセットされる。上型21には樹脂流路用の溝36a、36b(図6)が全域に行き渡るように加工されている。多孔板24と上型21の間には、クリアランス25が、本実施態様では僅かな(0.5〜1mm程度)のクリアランス25が形成されている。また、多孔板や穴あきフィルムの穴の位置と上型に加工された溝の位置を合致させると、より効率的に樹脂流動・含浸が可能となる。シール部材28(たとえば、ゴム製ブロック)でシールされた樹脂注入部材26から流入した樹脂は上記クリアランス25に殆どが流れ、そのクリアランス25のスペースに充満する。多孔板24には微小な貫通孔24a(直径が0.5〜3.5mm程度)が全域にわたって3〜8mmピッチで開けられている。その為、樹脂の流動抵抗は上記クリアランス25へ流れるよりもはるかに大きい。キャビティ31に強化繊維基材23をセットし、上型21を締めて、シール部材29でシールされた排出部材27より真空吸引する。上記クリアランス25に充填されていた樹脂を加圧し、多孔板24の孔24aから一気に、且つ全域にわたって加圧注入する。含浸後の余剰樹脂の排出は、キャビティ31の周辺に設けたフィルムゲート/ランナーに流れ、排出チューブ27より外部に排出される。全域に含浸したら、排出チューブ27を閉鎖し、樹脂圧を保圧しながら加熱硬化する。脱型は上型21を上昇させ、成形品を多孔板24と共に下型22より取り出し、多孔板24と分離する。多孔板24との分離や、成形品に樹脂突起が付着した後加工に手間取る場合は、予め多孔板24と強化繊維基材23との間に、離型用クロス(ポリプロピレンやポリエチレン製の織物:ピールプライとも呼ぶ)を配設しておくといよい。また、場合によっては、多孔板24は配設せず、離型用クロスだけを配設してもよい。

[0086] 図6は、上型21を示しており、成形面側の全域に樹脂を分配するための樹脂流路用溝36a、36bが加工されている。一例として、中央にメイン流路(幅8mm×深さ5mm)があり、その両側にピッチ10mmの間隔でサブ流路(幅3mm×深さ3mm)が殆ど末端まで加工されている。また、樹脂注入チューブ26や樹脂排出チューブ27と金型とのシール部材28、29配置用の溝32、33が金型に加工されている。



[0087] 図7は、下型22を示しており、型のほぼ全面に成型用キャビティ31が加工されている。樹脂排出側にはキャビティ31に繋がるフィルムゲートとランナー30も加工されている。上型21と一致する位置に、樹脂注入チューブ26や樹脂排出チューブ27と金型とのシール部材28、29配置用の溝34、35、およびシール用Oリング溝37が金型に加工されている。

[0088] このように構成された上下型21、22および中間部材としての多孔板24を用いた成形では、クリアランス25内を多孔板24の面に沿う方向に迅速に樹脂流動され、樹脂は広い領域にわたって充満する。そして、多数設けられた多孔板24の貫通孔24aを通して、複数箇所から実質的にほぼ同時に強化繊維基材23に注入されるので、強化繊維基材23の広い領域にわたって樹脂が良好にかつ迅速に含浸されていく。したがって、本実施態様においても、樹脂が行き渡らない部分の発生が防止されるとともに、樹脂注入、含浸時間が大幅に短縮され、高速成形が達成される。

[0089] 実施例1

上記の各実施態様において、金型のサイズを成形面(キャビティ面)で1500mm×1200mm×深さ3mmとし、強化繊維基材として、東レ(株)製トレカT700クロスBT70-30(300g/m<sup>2</sup>)8plyを積層したものをを用い、樹脂として、高速硬化型エポキシ樹脂(主剤;”エピコート”828(油化シェルエポキシ社製エポキシ樹脂)、硬化剤;東レ(株)ブレンドTR-C35H(イミダゾール誘導体))を用いて成形したところ、比較的大型の成形品でありながら、良好にかつ迅速に成形することができた。なお、基材への樹脂含浸完了時間は、いずれも、樹脂注入圧力が0.7MPaで、5分以下であり、従来方法の1/5〜1/10以下に短縮できた。

[0090] 図8〜図12は、本発明の第2実施態様に係るRTM成形方法および装置について示したものである。図11は、本発明に係るRTM成形装置を用いた成形システム54の一例を示す概略構成図である。RTM成形金型41は上型42と下型43からなり、上型42が、油圧ポンプ68、油圧シリンダ66を有する金型昇降用油圧装置56によって昇降される金型昇降装置55に取り付けられる。下型43に直接強化繊維基材を、または事前に成形型に収まりやすいように強化繊維基材を製品形状に賦形したプリフォーム基材44(強化繊維基材)を設置し、上型42を閉じる。成形型の材質としてはFR

P、鋳鋼、構造用炭素鋼、アルミニウム合金、亜鉛合金、ニッケル電鍍、銅電鍍が挙げられる。量産には、剛性、耐熱性、作業性の面から構造用炭素鋼が好適である。

[0091] 成形金型41には、樹脂注入ランナーに繋がる複数の樹脂注入管46、47、48、排出ランナーに繋がる一つの排出管49が設けられている。そして、各樹脂注入管46、47、48及び排出管49は各々注入バルブ46b、47b、48b、排出バルブ49bを介して樹脂注入流路65、排出流路67に接続されている。樹脂注入流路65は樹脂注入装置57に接続されている。樹脂注入装置57は主剤タンク61a、硬化剤タンク61bにそれぞれ主剤、硬化剤を収容し、それぞれのタンクは加温、真空脱泡できる機構を備えている。樹脂注入時にはそれぞれのタンクから加圧装置62により樹脂を樹脂注入流路65に向かって押し流す。該加圧装置62は、一例としてシリンジポンプ62a、62bを用いており、該シリンジポンプを同時に押し出すことで定量性も確保することが2液混合により硬化する樹脂には好ましい。押し出された主剤、硬化剤は、混合ユニット63で混合され、樹脂注入流路65に至る。排出流路67は真空ポンプ58への樹脂の流入を防ぐために、樹脂トラップ59に接続されている。

[0092] なお、樹脂注入管の数や位置は、成形型の形状や寸法や一つの型内で同時に成形する成形品の数量などによって異なるが、樹脂注入装置57からの注入用流路65を樹脂注入管46、47、48に接続する箇所が増えて注入作業が繁雑になることを防ぐため、注入管はできるだけ少ないことが好ましい。しかし、比較的大型の成形品を高速に成形するためには、複数の樹脂注入管を用いて同時又は順次樹脂注入を行うことによって、単一の注入管による樹脂注入の場合より、数倍の速度で効率的に樹脂流動、含浸を行うことができる。

[0093] 図9は、四隅に曲率を有する平板を高速成形するRTM成形型の平面図、とくに下型43の平面図である。上型42と下型43は、図8に示すように、下型43側のピン孔51に上型42側のピン52が挿入されることにより位置合わせされ、間に型シール45を介在させて密閉された状態で型閉じされる。図10は、図9に示した成形型の縦断面を示している。図9を参照して説明するに、該平板の成形方法としての従来のRTM成形方法は、成形キャビティ50の外辺の1辺にある樹脂注入ラインを構成する樹脂注入ランナー46cと樹脂注入フィルムゲート46dに連通する注入管46から樹脂が加

圧注入され、対面に設けられた排出管49に連通する成形キャビティ50の外辺の1辺にある樹脂排出ラインを構成する排出フィルムゲート49dと排出ランナー49cに向かって樹脂が流動して、強化繊維基材に含浸される。即ち、成形キャビティ50の外辺の1辺からなる単一の樹脂注入ライン(樹脂注入管46に連通した樹脂注入ランナー46cと樹脂注入フィルムゲート46dから構成)から、成形キャビティの外辺の1辺からなる単一の樹脂排出ライン(樹脂排出管49に連通した樹脂排出フィルムゲート49dと樹脂排出ランナー49cから構成)に向かって、樹脂注入ラインから加圧された樹脂を成形キャビティ内の強化繊維基材に流動し、含浸させる成形方法である。

[0094] この方法では、比較的小型の成形品、即ち樹脂注入ラインから排出ラインまでの距離が短い成形品を成形する場合は比較的短時間で成形でき、量産可能であるが、大型成形品、即ち樹脂注入ラインから排出ラインまでの距離が長い場合、樹脂流動が高次関数的に減衰していくため、樹脂流動時間も長くなり、場合によっては樹脂のゲル化時間までに含浸が終了しない場合がある。このような場合は、低粘度の樹脂を用いたり、樹脂の圧力を上げて高速注入する方法が採られるが、強化繊維が樹脂流動圧力で乱れたり、成形品のサイズや形状によってはそれでも成形品全域の含浸に限界がある。

[0095] 上述の様に、成形品が大型なため従来のRTM成形方法では高速成形が困難で、量産が難しい場合、図9に示すように、樹脂注入ラインを成形キャビティ50の外辺の一辺だけではなく、複数箇所設けることで解決できる。即ち、樹脂注入ラインを従来の樹脂注入ライン46以外に、樹脂排出ライン49側に向かって樹脂注入管47、48を追加し、樹脂注入ランナー46cと樹脂注入フィルムゲート46dから構成される樹脂注入ライン、樹脂注入ランナー47cと樹脂注入フィルムゲート47dから構成される樹脂注入ライン、樹脂注入ランナー48cと樹脂注入フィルムゲート48dから構成される樹脂注入ラインから同時又は順次樹脂注入することによって、高次関数的に減衰する樹脂流動を解消することができる。つまり、樹脂注入ラインと樹脂排出ラインが成形品(即ち、繊維強化基材全体)の外周の実質的に全域にわたる様に設けることである。特に有効な方法は、樹脂注入ラインを該外周の半分以上設けること、更に望ましくは樹脂注入ラインが樹脂排出ラインの2倍以上となるように設けると極めて効率的で高

速成形が可能となる。なお、図9における46a、47a、48a、49aは、シール用ゴム部材をそれぞれ示している。

- [0096] 樹脂注入管46からの樹脂注入を補填する樹脂注入管47、48からの樹脂注入の可否や注入タイミングは、成形品のサイズや形状によって決める必要がある。また、その場合、補填する樹脂注入ライン47、48からの樹脂が基材中央より側辺部の方に先回りし易いことから、樹脂排出ラインの長さを1辺より極端に短くしたり、樹脂排出管49の位置を変えるなどの修正を必要とする場合がある。
- [0097] 更にまた、成形品が図8、図9に示す平板のような比較的左右対称な形状やL/D(長さとの比)が比較的大きい場合、例えば2倍以上のような場合は、樹脂排出ライン49以外に、樹脂注入管46からの樹脂注入ラインを最初から樹脂排出ラインにして、樹脂注入管47、48からの樹脂注入ラインからの注入樹脂の流れを左右に分けて、効率良く含浸させる方法も有効である。
- [0098] また、樹脂が強化繊維基材のほぼ全域に注入される頃、或いは注入途中で、樹脂排出ラインを切り替えて樹脂注入ラインにすることも有効である。即ち、樹脂流動が悪く、樹脂排出ラインに樹脂が流出してくることを待っていても、どうしても樹脂が該排出ラインに到達しない場合、逆に該樹脂排出ラインから樹脂を注入することによって、樹脂の未含浸を防ぐことができる。
- [0099] 例えば、樹脂の流動状況を樹脂検知センサーを型内に配置しておき、樹脂排出ラインに到達する前に樹脂のゲル化が始まって流れが滞留する場合などに、樹脂排出ラインからの樹脂注入を行うと未含浸防止に効果的である。
- [0100] 樹脂注入流路65や樹脂注入管46、47、48の材料は、十分な流量の確保と樹脂との適合性(耐熱温度や耐溶剤性、耐圧力等)を考慮する必要がある。該注入流路や注入管には口径5〜30mmのものをを用い、樹脂の注入圧力に耐えるために1.0MPa以上の耐圧性と樹脂硬化時の温度に耐えるために100℃以上の耐熱性が必要である。その為には、例えば厚みが2mm程度の”テフロン”(登録商標)製チューブが好適である。但し、”テフロン”(登録商標)以外にも、比較的安価なポリエチレンチューブやナイロンチューブ、更にスチール、アルミや銅等の金属管であってもよい。
- [0101] 尚、樹脂排出管9の数や位置は成形型の形状や寸法、一つの型内で同時に成形

する成形品の数量などによって異なるが、樹脂排出口もできるだけ少ない方が、樹脂流動が安定的で樹脂流動コントロール操作も簡単なことから好ましい。

- [0102] 樹脂排出管や樹脂排出流路の材料も、樹脂注入流路65等と同様に、十分な流量の確保と樹脂との適合性(耐熱温度や耐溶剤性、耐圧力等)を考慮する必要がある。樹脂排出流路67としてはスチール、アルミ等の金属管、あるいはポリエチレン、“テフロン”(登録商標)等のプラスチック製のチューブが挙げられるが、直径5〜10mm、厚み1〜2mmの“テフロン”(登録商標)製チューブが作業性の面からより好適である。
- [0103] 樹脂注入時の樹脂注入流路46〜48、樹脂排出路49の途中に設置する注入バルブ46b〜48bや樹脂排出バルブ49bは、バイスグリップ等により、直接作業者により流路を挟むことで全域開閉や口径を変化させることができる。また、バイスグリップのハンドル部分にアクチュエータを設置して自動化することや、またバイスグリップの代わりに電磁バルブやエアードレインバルブを用いる等したバルブ開閉装置を適用することが出来る。そして、このバルブ開閉装置と事前にバルブの開度情報を入力した記憶装置を接続することで、より精度の高い開閉を行うことも好適である。さらに、樹脂排出バルブ49bは、単なる開閉の2値ではなく、流路の径を変化(ボールバルブの開度調節)させることも可能である。
- [0104] 樹脂の加圧は、シリンジポンプなどによる加圧方法によれば定量性も得られる。樹脂の注入圧は0.1〜1.0MPaの範囲で用いるのが好ましい。ここで樹脂の注入圧とは、加圧装置62により加圧される最大圧力を指している。
- [0105] 最終的に樹脂が型内の強化繊維基材に完全に含浸され、樹脂排出管49や樹脂排出流路67にまで到達したら排出バルブ49bを閉じ、その後暫く樹脂加圧装置62によって加圧された注入圧で型内を保圧した後、樹脂注入用バルブ46b〜48bも閉じて樹脂注入を終了する。成形型は熱媒循環式の温調機60によって加熱されており、これにより樹脂を硬化させる。熱媒としては、水、スチームや鉱物油などが用いられる。
- [0106] 上述の様なRTM成形設備(成形システム)54によってRTM成形を行い、ボイドなどの欠陥がなく外観品位に優れ、所定の力学特性を有する高品質のFRP成形品を

安定的に得るためには、強化繊維基材の裁断、積層、プリフォーム化、型へのレイアップなどの事前準備の適正化と共に、樹脂注入、含浸、硬化までの成形条件が非常に重要である。特に、生産性(生産の効率化)を考慮した製造条件を適正に設定する必要がある。

[0107] その為には、既に指摘したような「樹脂注入圧力」、「成形温度」や「樹脂流速」、「樹脂の温度特性」等が、反応性樹脂の特性を十分考慮した上で、成形寸法に相応した適正な値に設定される必要がある。特に、本特許では生産効率を考慮して流動性が良い反面、短時間でゲル化し、直ぐに硬化する反応性樹脂材料を対象としているため、高速流動含浸が必要となる。

[0108] しかし、樹脂圧力を上げ、流速を早めて注入すると、先に述べたように基材の乱れや表層にボイドやピットが生じやすい。従って、単純に流速を早めては前述のような外観品位に問題を生じるため、被含浸基材に対する適正な樹脂流速、即ち該基材の面積に相応した流量を設定する必要がある。

[0109] なお、本実施態様に係るRTM成形方法および装置には、成形型が上下の両面型からなり、加圧樹脂を樹脂注入口から流入しながら樹脂排出口で樹脂を型内の空気と共に排出し、空気を排気し終えた時点で排出口を閉鎖して型内の樹脂を加圧しながら硬化する一般的なRTM成形方法ばかりでなく、型内の空気を真空吸引し排気しながら、或いは殆ど排気した後に樹脂注入して、やがては吸引口を閉鎖して加圧注入硬化するRTM成形方法、更には成形型が片面でキャビティ部をフィルムなどのバッキング材でパッグし、キャビティ部を真空吸引した後、真空圧によって加圧してキャビティ部内に樹脂注入し成形する真空RTM成形方法も含む。

#### [0110] 実施例2

図11に示す本実施態様に係るRTM成形システム54において、本発明の成形条件で成形する一例として、大型平板(長さ1600mm×幅700mm×高さ(厚み)2mm)を成形した例を説明する。本例で用いたRTM成形金型1の全体図を図8、図9に、成形に用いた樹脂の温度と粘度の関係及び成形温度における樹脂硬化度-時間特性を図12Aおよび図12Bに示す。樹脂注入管46〜48、排出管49を有する成形型41(上型42、下型43共に長さ2000mm、幅1000mm、高さ350mm)の下型43

に設けられた成形キャビティ50部に、東レ(株)製炭素繊維”トレカ”クロス(CO6343 B:T300B-3K、目付:192g/m<sup>2</sup>)を8ply(0/90° 配向基材;4ply、±45° 配向基材;4ply)積層し、予め平板形状に賦形されたプリフォーム基材44を配置し、金型昇降装置55にて上型42を閉じて完全密閉した。上型42は金型昇降機55によって200トンで加圧されている。また、上型42、下型43共に温調機60(図12)によって100°Cにほぼ一様且つ一定に加温されている。

[0111] 図10に示すように、下型43に設けられた樹脂注入ラインは(例えば樹脂注入管46の位置では)分岐管64を介して樹脂注入用流路65に連通し、途中で注入バルブ46bを介する樹脂注入管46と該樹脂注入管より加圧注入された樹脂をライン状に一旦貯留させる樹脂注入ランナー46c及び該ランナー46cと連通してキャビティ内に樹脂を注入する樹脂注入フィルムゲート46d(上型とのクリアランス;0.5mm)で構成される。同様の構成で、図9に示す様に樹脂注入ラインは他にも左右で一对となる樹脂注入管47、48が設けられている。また、樹脂排出ラインは樹脂排出流路67に連通し、途中で樹脂排出バルブ49bを介する樹脂排出管49と該樹脂排出管に連通し、排出樹脂をライン状に一旦貯留させる樹脂排出ランナー49c及び該ランナー49cと連通してキャビティ内からガスなどと共に樹脂樹脂が排出される樹脂排出フィルムゲート49d(上型とのクリアランス;0.5mm)で構成され、1辺に設けられている。

[0112] 結局、樹脂注入ラインと樹脂排出ラインによって、実質的にキャビティのほぼ全周が囲まれている。また、樹脂注入ラインは樹脂排出ラインの5倍近い長さである。

[0113] 図11に示す樹脂注入流路65及び樹脂注入管46〜48共に直径12mm、厚さ1.5mmの”テフロン”(登録商標)製チューブを使用した。一方、排出流路67及び排出管49ともに直径16mm、厚さ2mmの”テフロン”(登録商標)製チューブを使用した。排出流路67には樹脂が真空ポンプ58まで流入するのを防ぐため、途中で樹脂トラップ59を設けた。

[0114] また、樹脂注入管46〜48や排出管49と下型43とのシールを行うために、シール用ゴム部材46a〜49aが、上、下型間の密閉を保つために型シール材(Oリング)45をキャビティ面の外周に、それぞれ配設されている。

[0115] 上記成形装置において、樹脂排出口49から真空ポンプ58で型内(キャビティ部)

の空気を排出し、型内圧力を0.01MPa以下となったことを真空圧力計（記載略）により確認した後、加圧装置62を有する樹脂注入装置57により加圧されたエポキシ樹脂の注入を開始する。尚、加圧装置62は、シリンジポンプ62a、62bを用いており、樹脂注入時にはタンク側への樹脂の逆流を防ぐように構成されている。用いた樹脂は、主剤として”エピコート”828（油化シェルエポキシ社製エポキシ樹脂）、硬化剤は東レ（株）ブレンドのTR-C35H（イミダゾール誘導体）を混合して得た液状エポキシ樹脂である。金型温度、即ち成形温度が100℃におけるこのエポキシ樹脂の粘度－時間特性、詳しくはエポキシ樹脂組成物の粘度変化を樹脂の硬化プロファイル追跡の指標として用いられるキュアインデックス値を図12Aに示す。グラフよりこの樹脂は約6分でキュアインデックスが90%を上回り、脱型が可能な状態に達する。

- [0116] 樹脂注入装置57では、事前に主剤61a、硬化剤61bを攪拌しながら60℃で加温し、所定の粘度まで降下させ、かつ真空ポンプ58で脱泡を行っている。
- [0117] 樹脂注入の初期は、攪拌される樹脂混合ユニット内の空気や樹脂注入流路用ホース内の空気が型内に入るため、型内には流さずに図示しない分岐路から空気を混入した樹脂を廃棄し、その後樹脂内に空気が混入していないことを確認してから、加圧樹脂を型内に注入した。また、加圧装置のシリンジポンプ62a、62bの吐出条件は500cc／ストロークに設定した。最初のガスを混入した樹脂を廃棄した後、樹脂注入流路65に設置した注入圧力計（図示略）によって注入樹脂圧（0.6MPa）を確認して注入バルブ46bを開き、型内に樹脂を注入する。注入開始時は、排出管49の排出バルブ49bは開口状態とした。
- [0118] 樹脂注入管46から樹脂注入を開始してから1分30秒後に樹脂注入管47のバルブ47bを開放して、樹脂注入管47からの樹脂注入を開始した。その後、更に1分経過後、樹脂注入管48のバルブを48bを開放して、樹脂注入管48からの樹脂注入を開始した。
- [0119] その間、樹脂の強化繊維基材への含浸促進と、該基材内に内蔵している微量の気泡を効率的に除去するための操作として、排出バルブ49bの開閉を4回、バイスグリップを用いて行った。
- [0120] 樹脂注入管46より樹脂注入を開始してから、3分30秒後に排出管49に樹脂が流



出してきた。その後、そのまま約30秒間樹脂を流出させた後、排出管49のバルブ49bを閉じた。樹脂注入開始から約4分であった。

[0121] 完全に樹脂注入含浸が終了した上記の状態、その後30秒間樹脂圧0.6MPaで保圧した後、12分間加熱保持し、金型から成形品を取り出した。

[0122] 成形品の全域の外観を評価したが、ボイドやピンホールが全くなく、極めて意匠性に富む良品であった。

[0123] 比較例1

比較例1として、上記成形装置及び条件下で、樹脂注入管47、48からは一切樹脂注入せず(ランナー47c、48cおよびフィルムゲート47d、48dを封鎖)、樹脂注入管46からだけで成形した場合、樹脂注入含浸に約11分を要し、且つ排出部近辺に約400cm<sup>2</sup>の未含浸部が発生した。

[0124] 実施例3

また、上記実施例2は繊維強化樹脂の単板構造であったが、他の実施例として内部にフォームコア(厚さ10mm、見掛け比重0.1)を含む炭素繊維強化サンドイッチ構造体(前記フォームコアの上下面に上述の炭素繊維”トレカ”クロスを3plyずつ積層)でも、殆ど同様の表面品位に優れた成形品が得られた。因みに、含浸時間は約4.5分で、上述同様に短時間であった。

[0125] 次に、本発明の第3実施態様に係るRTM成形方法について説明する。まず、このRTM成形方法による、繊維強化樹脂の製造について図18を参照して説明する。図18Aに示すように、両面型の上型83には樹脂注入口85と吸引口86が設けられている。下型84は、樹脂注入用ランナー88と吸引用ランナー89を有し、キャビティの周囲にはシール溝90が形成されている。これら上下型83、84共に所定の温度まで加熱されている。下型84のキャビティ面に繊維強化基材としてのプリフォーム基材87を配置した後、上型83を降下して下型84と形成されるキャビティにセットする。このプリフォーム基材の構成として、本発明で規定したように、図13や図15に示すように表層の連続繊維基材の真下にランダムマット層を配設しておく。

[0126] その状態で、図18Bに示すように、樹脂タンク91に連通した樹脂注入経路93をバルブ92で閉鎖し、真空ポンプ94に連通する吸引経路96をバルブ95で開放する。そ

して、吸引経路96に通じる吸引口86、吸引用ランナー89を通してキャビティ内を真空吸引する。その後、吸引経路のバルブ95は開放した状態で、樹脂注入経路93のバルブ92を開放して、樹脂タンク91内のマトリックス樹脂をポンプで加圧しながら樹脂注入経路93を通して注入口85に注入し、樹脂注入用ランナー88からキャビティ内に加圧注入させる。樹脂がキャビティ全域に流動して、強化繊維基材87の全域に含浸し、余剰樹脂がキャビティ内、特に強化繊維基材内に残存していた気泡と共に吸引口86を通過して吸引経路96に流出してきたら、吸引経路96のバルブ95を閉鎖して、樹脂圧(静圧)を暫く密閉されたキャビティ内の樹脂にかけて、含浸を確実にする。そして、樹脂注入経路93のバルブ92を閉鎖して所定の時間の間、加熱状態を保持して樹脂を硬化させる。

[0127] その後、図18Cに示すように、上型83を上昇させて、下型84上に残された成形品97を脱型する。なお、本発明に係る繊維強化樹脂の製造方法は、他にも真空成形法、プリプレグ／オートクレーブ硬化法、RFI(Resin Film Infusion)、セミプレグ／オープン加熱硬化法などにも適用可能である。

[0128] 上記のような製造方法により、本発明に係る繊維強化樹脂を以下のように製造した。

#### 実施例4

図13に示すように、繊維強化樹脂71を製造するに際し、意匠用として用いる東レ(株)製トレカT300織物CO6343B(目付;  $200\text{g}/\text{m}^2$ )の1plyを表層72(連続繊維基材)に配置し、その真下の層としてガラス繊維からなるランダムマット層73(目付;  $70\text{g}/\text{m}^2$ )を配置した。その下には、強化層としての3層構成の強化繊維基材74(東レ(株)製トレカT700織物BT70-30; 目付  $300\text{g}/\text{m}^2$ )を配置して、プリフォーム基材87を構成した。このプリフォーム基材87を用いて、図18A～図18Cに示したRTM成形方法でCFRP(炭素繊維強化樹脂)を成形した。このときの、金型(上型83と下型84で構成)の温度は  $95^\circ\text{C}$  で、  $60^\circ\text{C}$  に保温されたエポキシ樹脂75を真空脱泡機能を有する樹脂タンク91より樹脂圧  $0.6\text{MPa}$  に加圧し注入して成形した。尚、樹脂タンク91は、主剤のエポキシ樹脂用タンクと硬化剤用タンクから構成されている。

[0129] 上記RTM成形における樹脂流動状況を図18BのA部を拡大した図である図14に

基づいて説明する。樹脂タンク91より流出されたエポキシ樹脂75は、樹脂注入口85を通過して下型に設けられた樹脂注入用ランナー88に充填され、その後該ランナー88からキャビティとランナー88間に形成された隙間(1mm前後)であるフィルムゲートを経てキャビティ内に流入していく。この時、樹脂は基材87の厚み方向の全域から流れ込むが、炭素繊維織物で構成される部位よりもガラス繊維のランダムマット層73の領域が基材より粗の状態であることから流動抵抗が低いため、ランダムマット層73の層を主体に流れ始める。そこで、意匠用基材として配置した炭素繊維織物72は上型83に直接押しつけられるため、該織物72と上型83との隙間が殆ど無いため、注入された樹脂はその隙間よりも殆どがランダムマット層73から流動してきた樹脂が上型83方向に流れ込み、前記織物72と上型83との隙間へ流入していく。それによって、キャビティ内を真空吸引しても該織物72の織り目や該織物72と上型83との隙間に残存していた気泡78が流線75aから75bに至る流れによって、キャビティの外に排出された。特に、図17A、Bに示す様に、織物72を構成する経糸72cと緯糸72dとの交織点に抜けきらなかった残存気泡82が滞留しやすい。このような気泡が上記樹脂流れとともにキャビティ外に排出され、ボイドやピンホールが発生が防止された。

#### [0130] 実施例5

上述の実施例4は意匠面が片側だけの場合であったが、図15に示す様な繊維強化樹脂76を成形した。すなわち、複数面(図15では上下面)が意匠面であり共に高い表面品位を求められる場合でも、上述と同様に意匠面となる表面の強化繊維基材(72a、72b)の真下に目付が $30\text{g}/\text{m}^2$ のガラス繊維マットからなるランダムマット層(73a、73b)を配設して、上述と同様な条件で樹脂注入すると良い。図18BのA部を示す図である図16の通り、流線75aから75bに至る流れや、流線75cから75dに至る流れによって、表層用基材72aと上型83、反対面の表層用基材72bと下型84とのそれぞれの隙間に効率よくランダムマット層73aや73bを流動してきた樹脂が流れ込み、隙間無く流れては滞留していた気泡78、79を排出しながら全体に樹脂が充満して含浸していった。したがって、表裏両面に対して、気泡が上記樹脂流れとともにキャビティ外に排出され、ボイドやピンホールが発生が防止された。

#### [0131] 実施例6

図19に示すように、中央にポリウレタン製フォームコア101を有し、その両面に東レ(株)製トレカT300織物CO6644B(目付;300g/m<sup>2</sup>)を複数層、強化層74a、74bとして積層し、更にその上にガラス繊維のランダムマット層73a、73b(目付;50g/m<sup>2</sup>)をそれぞれ配置し、最外層となる各表層に東レ(株)製トレカT300織物CO6343B(1ストランド;3K系、目付;200g/m<sup>2</sup>)をそれぞれ配置した構成のサンドイッチ構造体を、図18A～図18Cに示したRTM成形方法によって繊維強化樹脂100を成形した。金型(上型83、下型84)の温度は85℃に設定した。図における77a、77bは注入、含浸、硬化されたエポキシ樹脂を示している。結果、サンドイッチ構造を有するFRP構造体が、とくに良好な表面(両面)品位をもって成形できた。

[0132] 比較例2

上記実施例との対比として、実施例4で表層72の真下に配置したガラス繊維からなるランダムマット層73を抜き取り、その他の表層及び強化繊維層の繊維構成は総て同一構成とした。また、FRP成形方法も実施例4と全く同一の成形条件でRTM成形した。

[0133] 成形結果は、樹脂流動抵抗が小さいランダムマット層が無い場合、樹脂注入開始後、余剰樹脂が吸引口86に流出して来るまでの時間が、実施例4に比べて、1.38倍長くかかったが、成形品は得られた。しかし、実施例4では見られなかったピンホール82が図17Bに示すように織り目や経糸と緯糸の交織点に数多く発生し、表面意匠性としては不良品であった。

[0134] 上記のような本発明に係るRTM成形方法および装置においては、樹脂注入部および／または樹脂排出部におけるシール性を向上するために、以下のような構成を採用することができる。なお、本発明は前述の分割領域を想定することを前提としているが、以下の説明は、図20～図23を参照し、単純な成形モデルについて説明する。この図20～図23を参照して説明するシール構造が、本発明に係るRTM成形方法および装置に、特に前述の第1および第2の態様に係るRTM成形方法および装置に適用できる。

[0135] すなわち、樹脂注入用のチューブおよび／または排出用のチューブを型合わせ面部に挟圧して設け、該チューブと型との間を弾性体を介してシールする構造であり、

好ましくは、シール用弾性体に、成形型のキャビティを型合わせ面部でシールするＯーリングの端部が内蔵されている構造である。樹脂注入用チューブおよび／または樹脂排出用チューブを挟んで固定することにより、例えば成形型に穿孔された樹脂注入用貫通穴やスリーブなどを用いることなく、樹脂注入部材や樹脂排出部材を容易にセッティングしたり、クリーニングしたりすることができ、結果的に成形サイクルの短縮をはかることができ、より効率的な成形が可能となる。また、該チューブに安価な樹脂製チューブなどを用いて、成形後該チューブをそのまま廃棄処理することによって、クリーニング作業が大幅に削減でき、作業量削減によるコスト低減にも繋がる。さらに、シール用弾性体を用いることによりキャビティ内の真空確保と成形中の真空保持がより確実となり、同時に樹脂漏れも防止することができるため、ボイドやピンホールのない高品質な製品を得ることができる。

[0136] 図20は、上下型111、112の斜視図で、図21はその下型の拡大断面図であり、図22は図20の上下型間に装着される樹脂注入・排出用チューブ30を、それぞれ示している。図20に示すように、予め製品形状に賦形された強化繊維基材122を、下型112の上面に形成された成形キャビティ113の外周にＯーリング121を配設した下型112の該成形キャビティ113内に配置する。次に樹脂注入用ライナー114および樹脂排出用ランナー115に連通する樹脂注入用チューブ116および樹脂排出用チューブ117の半断面形状の溝120と該溝120の途中に設けたラバー製（例えば、NBR製）シール用弾性体118、119および前記溝120に連通する該シール用弾性体118に設けた溝に、図22に示すような該溝に接触するチューブ141の先端部に金属製の管142が挿入されるとともに、先端外周にシールテープ153が巻き付けられた樹脂注入部材140を配設する。そして、上型111を閉じて上型111を下型112に向けて加圧し、上記樹脂注入部材140を狭圧する。その状態で成形型内に設けた配管（図示せず）に温水を流すことによって成形型全体を昇温する。

[0137] その後、真空ポンプに連通する真空トラップ（図示せず）に接続された樹脂排出用チューブ117を介してキャビティ113内を真空にした後、該キャビティ113内に樹脂注入用チューブ116を介して樹脂を加圧注入する。そして、樹脂注入完了後、樹脂注入用チューブ116および樹脂排出用チューブ117を閉鎖し、その後、所定の時間

の間成形型によって加熱され樹脂が硬化した後、成形型を開け、脱型してFRP製品を得るものである。

[0138] また、別のシール性向上構造例を図21に示すように、強化繊維基材125の外周に製品形状に加工された発泡体からなるコア材124を被覆してなるサンドイッチ構造の強化繊維プリフォーム体123を、キャビティ133の外周に配設されたOーリング(図示せず)に連通するシール用弾性体136、137を配設した上型131、下型132から構成される成形キャビティ133内に配置し、樹脂注入用ランナー138および樹脂排出用ランナー139に連通する樹脂注入用チューブ134、および樹脂排出用チューブ135を、前記シール用弾性体136、137に接触させることによってシールするために、上下型を挟圧する。

[0139] 上記樹脂注入用チューブ134および樹脂排出用チューブ135には、例えば金属製のチューブを用いる。その状態で成形型内に設けた配管(図示せず)内に温水を流すことによって成形型を昇温する。その後、図20に示した例と同様に真空ポンプに連通する真空トラップに接続された樹脂排出用チューブ135を介してキャビティ133内を真空にした後、該キャビティ133内に樹脂注入用チューブ134を介して樹脂を加圧注入する。加圧された樹脂は樹脂注入用ランナー138に充満した後、注入用フィルムゲート126を通して樹脂は前記強化繊維プリフォーム体123が配設されているキャビティ133内に流動して、該強化繊維プリフォーム体123の強化繊維に含浸される。その間、余剰樹脂は排出用フィルムゲート127を通して樹脂排出用ランナー139に充満した後、排出用チューブ135を通して真空トラップへ流出する。そして、樹脂注入が完了した後、樹脂注入用チューブ134及び樹脂排出用チューブ135を閉鎖し、その状態で所定の時間の間加熱して樹脂を硬化させた後、成形型を開けてハット状の高剛性FRPサンドイッチ構造体を得るものである。

[0140] 図22は前記例に用いた樹脂注入用チューブ116や樹脂排出用チューブ117の構造例を示している。樹脂製の樹脂注入用チューブや樹脂排出用チューブの先端内部に金属製の管142を挿入し、外面にシールテープ143を施した構造である。金属製の管142は、上型111と下型112を閉じて樹脂注入用チューブ(符号31として記載)や樹脂排出用チューブが上型と下型で挟圧されたとき、上型と下型およびシー

ル用弾性体118、119に半円形状に加工された溝(前記各チューブの曲率半径よりも小さいR)10、10' に潰されず、樹脂注入用チューブ116や樹脂排出用チューブ117の円形断面形状を保持してキャビティ内の真空吸引および樹脂の円滑な流動を円滑にする効果を奏する。

[0141] また、シールテープ143は、上型と下型を閉じて樹脂注入用チューブや樹脂排出用チューブが上型と下型に挟まれたとき、シールテープ143をシール用弾性体と接触させることによりシール用弾性体のシール効果を高め、キャビティ内の真空保持性を安定して高めることができる。シール用弾性体を上型と下型の両方に配設した場合には省略することも可能である。

[0142] 樹脂注入用チューブおよび樹脂排出用チューブには、ナイロン、ポリエチレン、ポリプロピレン、「テフロン」(登録商標)などのフッ素樹脂等のプラスチック製チューブが使用できるが、鉄、アルミ、真鍮、銅、ステンレス等の金属製チューブを用いることもできる。

[0143] また、樹脂注入用チューブや樹脂排出用チューブの先端内部に挿入されている金属製の管142には鉄、アルミ、真鍮、銅、ステンレスが用いられる。さらにまた、ABS、ポリエチレン、ポリプロピレン、ナイロン、塩化ビニル、アクリル等のプラスチック製の管を使用することも可能である。いずれの管においても0.5mm以上の肉厚があることが好ましい。

[0144] さらに、樹脂注入用チューブや樹脂排出用チューブの先端外面に施されたシールテープ143には、「テフロン」(登録商標)などのフッ素樹脂、ナイロン、ポリエステル、ポリプロピレン樹脂等からなるテープが適用可能である。上下型両面にシール用弾性体を用いた場合は、省略することも可能である。

[0145] 図23A～Fは、樹脂注入用チューブおよび樹脂排出用チューブとシール用弾性体の関係例を断面図で数種類示したものである。Oリング154およびシール用弾性体153には、シリコン、NBR、「テフロン」(登録商標)などのフッ素樹脂等が使用でき、中実または中空のものが使用される。また、上記樹脂で構成される発泡体を使用することもできる。

[0146] 上型151および下型152のいずれか、または両方に配設されるシール用弾性体1

53は、配設された型表面より少し突き出しておき、上型151を閉じて上型151の型表面でシール用弾性体153を押しつけ圧縮した時に、シール用弾性体153と上型151および樹脂注入用チューブ150(または樹脂排出用チューブ)がお互いに対して反力が発生することによってシール性を確保している。

[0147] さらにまた、Oリング154の端部をシール用弾性体153に内蔵することにより、上型151を閉じた時に圧縮されたシール用弾性体153およびOリング154に発生する反力でシール用弾性体153とOリング154が押し付け合い、シール(Oリング)の連続性を保ちながらキャビティ内の真空性を確保している。

[0148] 以下、図23A～Fを用いて樹脂注入用チューブや樹脂排出用チューブのシール方法を説明する。

図23Aに示した構造では、上記樹脂注入用チューブ150(または樹脂排出用チューブ)と同じ曲率、または該樹脂注入用チューブ150よりも小さい曲率で曲面形状をなす溝を形成したシール用弾性体153を、Oリング154上のシール用弾性体153をシール用弾性体の形状に彫り込まれた上型151および／または下型152内に配設し、樹脂注入用チューブまたは樹脂排出用チューブ150の配設部をOリング154の中心で切断し、シール用弾性体153をシール用弾性体の形状に彫り込まれた上型151および／または下型152内に配設した状態で上型151と下型152で樹脂注入用チューブまたは樹脂排出用チューブ150を挟んだ状態を示している。この時シール用弾性体153中にOリング154端部を内蔵することによりキャビティ内の真空保持性を確保し、かつ樹脂漏れを防止している。

[0149] 図23Bに示した構造では、上記チューブ150と同じ曲率、または該チューブよりも小さい曲率の溝を形成したシール用弾性体153および上型151を、Oリング154上のシール用弾性体153をシール用弾性体153の形状に彫り込まれた下型152内に配設し、樹脂注入用チューブまたは樹脂排出用チューブ150の配設部のOリング154上でOリングの閉ループを切断し、シール用弾性体153をシール用弾性体の形状に彫り込まれた下型152内に配設した状態で、上型151と下型152で樹脂注入用チューブおよび樹脂排出用チューブ150を挟む。この時シール用弾性体153中にOリング154の端部を内蔵することによりキャビティ内の真空を保持し、樹脂漏れを防



止する。

[0150] 図23Cに示した構造では、上記チューブ150と同じ曲率、または上記チューブよりも小さい曲率の溝を形成した上型151または下型152に樹脂注入用チューブおよび樹脂排出用チューブ150も配設した部分のOリング154上でOリングの閉ループを切断し、Oリング154の切断部を使用チューブに接触させることによりキャビティ内の真空保持性を確保し、樹脂漏れを防止する。

[0151] 図23Dに示した構造では、上記チューブ150と同じ曲率、または上記チューブよりも小さい曲率の溝を形成した上型151およびOリング154と連続体のシール用弾性体153を配設し、樹脂注入用チューブおよび／または樹脂排出用チューブ150を上型151と下型152で挟圧し、キャビティ内の真空保持性を確保し、樹脂漏れを防止する。

[0152] 図23Eに示した構造では、上記チューブ150と同じ曲率、または上記チューブよりも小さい曲率の溝を形成した上型151と下型152に加工した樹脂注入用チューブまたは樹脂排出用チューブ150を配設用溝を跨いで連続体のOリング154が樹脂注入用チューブまたは樹脂排出用チューブ150と同じ曲率、または樹脂注入用チューブまたは樹脂排出用チューブ150よりも小さい曲率に沿って配置され、該Oリング154上に樹脂注入用チューブまたは樹脂排出用チューブ150を配設して上型151と下型152で挟むことによりキャビティ内の真空保持性を確保し、樹脂漏れを防止する。

[0153] 図23Fに示した構造では、図23Aや図23Bの上型がない状態であり、シール用弾性体153とOリング154の関係を型合わせ面上から見た平面図である。

[0154] このように、樹脂注入用チューブや樹脂排出用チューブ部分について、各種のシール性向上構造を採ることができる。

[0155] また、前述した本発明に係るRTM成形方法および装置においては、基材の隙間などの存在する小さな気泡や、樹脂注入中に減圧することにより発生する樹脂中の溶存気体の蒸発による気泡や、また型の角部に滞留する微少な気泡を排出することを可能とするために、以下のような構成を採用することができる。すなわち、成形型内に樹脂を加圧注入しながら成形型内の気体と余剰樹脂を間欠的に排出するようにし

た構成であり、これによって樹脂の流動を適切に脈動させ樹脂中の気泡の排出を促進することが可能となる。この構成においては、成形型内での樹脂圧力 $P_m$ 、注入口での樹脂吐出圧力 $P_i$ とについて、選択的に $P_m = P_i$ 、 $P_m < P_i$ として、成形型内に流入している樹脂の流量を制御することもでき、樹脂流量は、樹脂を排出する排出口の口径の調節によって制御することができる。また、排出口の口径の調節と、その調節のタイミングとを記憶しておき、その記憶情報に基づいて樹脂流量を自動制御することもできる。

[0156] より具体的に説明すると、従来の方法では、成形型内に予め強化繊維基材を配設して型を閉じ、注入バルブを閉鎖した状態で開口した排出バルブに通じる排出路から真空ポンプで型内を真空吸引し、型内樹脂圧 $P_m$ を好ましくは0.01MPa以下の減圧状態にし、続いて排出バルブを閉鎖した状態で注入バルブを開口して注入用流路から樹脂が型内に完全に充填されるまで加圧注入して成形していた。しかし、この方法では樹脂注入中に排出バルブを閉鎖したままであるため、強化繊維基材としての織物基材の織り目に残っていた気泡や、強化繊維基材の積層間に残る気泡、さらにまた型内に注入された樹脂に溶存している気体が加熱成形プロセス過程で蒸発することにより生じた気泡などが排出されず、そのまま成形されて小さな気泡が成形品に残ることにより、製品の大きな品質劣化を招くことがあった。特に、それらの気泡が表面にボイドやピットとして顕在化した場合、意匠性を重要視される製品では不良品となっていた。これらの製品の品質劣化や不良品を招く問題を解決するためには、樹脂注入過程でも型内に残存および蒸発発生する気体(気泡)を型内より適宜排出する必要がある。

[0157] そこで、上記方法では、注入口から加圧された樹脂を注入しながら、例えば、排出路に設置される排出バルブを開閉、あるいは口径を変化させることにより、型内の滞留気泡と余剰樹脂を間欠的に効率よく排出するようにしている。例えば、注入バルブを開いて樹脂を注入しながら排出バルブを完全に閉じた場合、注入圧 $P_i$ =型内樹脂圧 $P_m$ となり、成形型内に流入している樹脂の圧力が高いため強化繊維への含浸が容易となる反面、滞留している気泡も樹脂圧とほぼ同圧力の状態まで圧縮されて樹脂中に混在している。この状態で排出バルブを開くと、樹脂注入圧 $P_i >$  型内樹脂

圧 $P_m$ の関係となり、排出口から型内の滞留気泡と加圧された余剰樹脂が同時に排出される。

[0158] ここで、排出バルブの開閉速度を、望ましくは1秒以内で実施することで、型内圧力 $P_m$ が開閉速度に従って一気に降下し、残留しているガスが急激に膨張する。そして、圧力差によるとともにそのガスの体積の変化に併せて樹脂の流れが発生し、強化繊維基材間や型の角部などに滞留していたガスがこの急激な樹脂の流れにより留まることができなくなり、排出口より排出される。型内圧力 $P_m$ の降下速度が速いほど、ガス体積の変化が速くなり、そのガスの周囲の樹脂に衝撃的な流れを与えることで、残存しているガスが滞留場所から離脱しやすくなる。一旦離脱したガスは、排出路へ向かう流れと一体となり排出される。次に、排出バルブを閉じて注入バルブから樹脂を供給する。

[0159] このような、排出バルブの間欠的な開閉（必ずしも全開、全閉とは限らない）を繰り返すことによって、型内に滞留する気泡（ガス）を徐々に排出しながら、最終的には完全に排出した状態で排出バルブを全閉し、暫く注入樹脂圧を掛けた状態を保持した後、注入バルブも全閉して型内に充満した樹脂を加熱硬化させる。ここでの形態では、樹脂を加圧することとしているが、注入圧力 $P_i$ を大気圧として、型内を負圧とすることでも同様の効果が得られる。

[0160] このように瞬間的に型内の圧力を $P_i$ あるいは負圧から変化させる方法は、例えば、樹脂トラップに接続される真空ポンプと圧空ポンプの瞬間的な切り替えによっても実現することができる。また、排出路に設置する排出バルブの開度を調節することで、型内樹脂圧 $P_m$ の変化速度を制御することによって、より効率のよい気泡排出が可能である。

[0161] また、上記排出バルブについては、予め開閉の周期を、例えばコンピュータに入力しておき（記憶させておき）、その情報をもとに動作させることで、作業工数の増加の必要もなく従来の成形の問題を解決できる。

[0162] さらに、コンピュータに予め樹脂注入条件や樹脂流動状況に応じた最適な排出バルブの開閉条件を事前に入力しておくことで、環境（大気温度など）の変化などにも対応した最適な樹脂流動を実現できる。

- [0163] このような方法により、従来方法では困難であった表面意匠性に係わるボイドやピットの少ない、または極めて少ないFRP成形品を得られるようになる。このことにより、常に安定して所望の機械的性質を満たすことができ、優れた表面品位が安定して得られ、従来方法よりも歩留まりよく生産できる。
- [0164] さらに、前述した本発明に係るRTM成形方法および装置においては、表面意匠性の高い成形品を効率よく短時間で成形するために、以下のような方法を採用することができる。すなわち、RTM成形型には縦割れ型と横割れ型があるが、縦割れ型（射出成形型に多い）は、重力の影響で樹脂の流れが一定化し易く、型内の気泡は上昇して抜けやすいことから、成形品の表面品位上問題となるボイドやピットの発生が非常に少ないと言う利点がある反面、成形型内への強化繊維基材のセット、即ち成形型のキャビティ面への基材の乱れ無き配置と型面への固定が難しく、且つ多大の時間を要することから生産性が低いという大きな問題がある。一方、横割れ型、即ち成形型が上下型の構成では、前記の強化繊維基材の型面へのセットは比較的容易で且つセット時間も短時間でできる利点がある反面、一般的な樹脂の注入方法、即ち0.2〜1.0MPaの圧力で加圧し、格別流速をコントロールしないで樹脂注入した場合は、樹脂が圧力に応じた流速で型内に流入して行き、比較的短時間で型内に樹脂が充填されるものの、強化繊維基材が樹脂流れで乱れたり、流速が速くて不均一な流れが生じ、成形品の表面にボイドやピットが多数発生することがある。特に、成形時間を短縮したり大面積の成形品を短時間で成形するために、樹脂の吐出圧力が0.5MPa以上の高圧で（従って、高速で）樹脂注入する場合は、基材（特に、平織物）の織り組織の乱れが生じ易く、また高速で樹脂が型内を流動するため基材の微妙な厚み斑や構成の違いにより流動抵抗が流動領域内でばらつくため、均一な流れを保てないことから、部分的に「流れの先回り」などが生じて大きなボイドが発生することがある。更にまた、実際に基材部分に樹脂は流れて来てはいるが、流れが速いことから例えば織物の織り目にあった気体が抜ける間が無く滞留してしまい、ピットとして表面に欠点を発生させる場合がある。このような意匠性に関わる外観品位の低下をもたらす従来の成形条件や成形プロセスでは、成形時間の短縮化のための高速注入を行いながら、高い表面品位を確保することはできない。成形品のサイズが大きくなれば

なるほど、どうしても高速樹脂注入することから、このような外観品位上の欠点は発生しやすい。

[0165] このような意匠性に関わるボイドやピットの発生には、樹脂の流動状態が大きく影響することから、強化繊維基材の密度、つまり目付量も重要な因子になる。つまり、1層当たりの強化繊維の目付量としては、樹脂の流動抵抗や気泡の抜け易さに影響を与えるため、樹脂流動条件に応じた適正な目付量を設定する必要がある。この目付の適正化には単に表面品位の面ばかりでなく、プリフォームの作業性や強度利用率等の観点からも設定する必要がある。即ち、目付が大きすぎて基材の剛性が高くなると型面に強化繊維基材が沿い難くて立体形状への賦形が難しくなり、プリフォーム化に多大の作業時間が掛かったり、その際に基材乱れを生じてFRP成形品の力学特性が低下する事態を招くことがある。即ち、効率的な生産を行うためには、生産条件（成形サイズ、成形条件など）に合った目付量がある。

[0166] また、成形条件の中で、特に温度や樹脂注入圧力も表面品位に与える影響度は大きい。注入する樹脂温度は高いと粘度が下がって流動性が上がり、基材への樹脂含浸性は良いが、粘度上昇率が高くなって急激に流動性が悪化し、成形品が大きい場合は樹脂の流動が途中から減速し、未含浸をもたらす場合がある。どうにか全域に樹脂流動しても、粘度が高くなった領域では、未含浸には至らなくてもボイドやピットが多発することがある。一方、成形型の温度に斑があったり、成形中に変化したりすると型内に残っていた微小な気泡同士が接触して、ボイドやピットに発展する大きな気泡に成長することがある。また、圧力も適度であることが必要である。高過ぎてキャビティ内で体積膨張して気泡を発生させたり、低過ぎて残存気泡を小さく圧縮できない場合がある。

[0167] また、反応性樹脂から硬化過程で反応ガスが生じたり、既に樹脂中に内包していた微細なガス（気泡）が時間と共に成長して大きくなり、ボイドやピットに成長することもあるので、樹脂が基材に含浸した後は出来るだけ早く、速やかに硬化する方がよい。該反応性樹脂の材料特性が成形効率に与える影響度は非常に高く、例えば硬化剤の種類によっては樹脂の反応の初期に反応速度が最大となり、時間が経過するに従って反応速度が低下し、その為に硬化に要する時間が長くなる場合がある。これに

対して、成形型の温度を上昇させて硬化時間を短縮しようとする、今度は初期の粘度上昇が過大となり、樹脂注入・流動時に粘度が過度に上昇して、果てはゲル化してしまい、成形が途中で停止して未含浸部分を生じる場合もある。

[0168] このように、FRP成形(特に、RTM成形方法)では、成形サイズ(面積)に応じた成形条件や材料特性が存在し、適正な条件で成形しないと品質面、特に表面品位の点で問題を生じ易いと言える。

[0169] そこで、本発明に係るRTM成形方法および装置においては、特に、ボイドやピットが殆ど生じていない表面意匠性の高い成形品を効率よく短時間で成形するために、成形型のキャビティ内に樹脂を加圧注入するとき、樹脂の単位時間流量( $Q: \text{cc}/\text{min}$ )とキャビティの投影面積( $S: \text{m}^2$ )との比( $Q/S: \text{cc}/\text{min} \cdot \text{m}^2$ )を、

$$50 < Q/S < 600$$

の範囲内とする方法を採用することができる。

[0170] この方法においては、上記比( $Q/S: \text{cc}/\text{min} \cdot \text{m}^2$ )と樹脂の加圧力( $P: \text{MPa}$ )との積( $(Q/S) \times P: \text{ccMPa}/\text{min} \cdot \text{m}^2$ )を、

$$20 \leq (Q/S) \times P \leq 400$$

の範囲内とすることが好ましい。また、樹脂の加圧力を0.2〜0.8MPaの範囲内とすることが好ましく、樹脂は、加熱温度が60〜160℃の範囲の一定温度下で、3〜30分で硬化されることが好ましい。

[0171] このようなRTM成形条件とすることにより、従来のRTM成形条件では困難であった意匠面である表面にボイドやピットなどの欠陥が発生することのない成形品を、効率よく短時間で安定的に成形できるようになり、表面品位の高い成形品を高サイクルで量産できるようになる。

#### 産業上の利用可能性

[0172] 本発明に係るRTM成形方法および装置は、高速成形が望まれるあらゆるRTM成形に適用でき、特に、比較的大型かつ比較的複雑な形状の成形品を短時間のうちに効率よく優れた表面品位をもって、特に優れた意匠面に成形するために有用である。

[0173] より具体的には、本発明は、製品サイズが $1\text{m}^2$ 以上の比較的大型な一般産業用F

RPパネル部材、特に、自動車用外板部材や構造材に好適であり、中でも意匠性の要求が高い外板部材として使用されるFRP部材のRTM成形に好適なものである。尚、自動車用外板部材とは、乗用車やトラックにおけるドアパネルやフード、ルーフ、トランクリッド、フェンダー、スポイラー、サイドスカート、フロントスカート、マッドガード、ドアインナーパネル等のいわゆるパネル部材である。特に、意匠性が求められる比較的大型のパネル部材に好適である。その他のFRPパネル部材としては、航空機部材、鉄道車両におけるドア、サイドパネル、内装パネルなどの各種パネル類、クレーンなどの建設機械のカバー類、建築における仕切板、パーティション、ドアパネル、遮蔽板等であり、またスポーツにおけるサーフィンボード、スケートボード、自転車部品などの外表面パネルが該当する。

### 請求の範囲

- [1] 複数の型からなる成形型のキャビティ内に強化繊維基材を配置し、型締めした後、樹脂を注入して成形するRTM成形方法において、前記強化繊維基材の面方向に関して分割領域を想定し、それぞれの分割領域は、注入樹脂が領域内の全面にわたって広がりかつ基材厚み方向に実質的に均一に含浸可能な分割領域であり、想定された各分割領域のそれぞれに対し該分割領域内まで注入樹脂を導入する樹脂導入路を形成することを特徴とするRTM成形方法。
- [2] 少なくとも型締めした後から樹脂注入開始まで、所定の時間の間樹脂排出ラインより真空吸引する、請求項1に記載のRTM成形方法。
- [3] 前記成形型を構成する型間に、厚み方向に貫通する樹脂流路を有する中間部材を配設し、該中間部材を介して、樹脂を前記強化繊維基材に対して複数の箇所からほぼ同時に注入する、請求項1に記載のRTM成形方法。
- [4] いずれかの型に、強化繊維基材に対して実質的に全周にわたって延びる樹脂排出用溝が形成されている、請求項3に記載のRTM成形方法。
- [5] 前記中間部材に、強化繊維基材に対して実質的に全周にわたって延びる樹脂排出用溝が形成されている、請求項3に記載のRTM成形方法。
- [6] 前記中間部材に、その一面側に形成された樹脂流路用溝と、該溝に連通し前記面とは反対面である強化繊維基材配置側の面へと貫通する貫通孔が設けられている、請求項3に記載のRTM成形方法。
- [7] 前記中間部材が金属製または樹脂製である、請求項3に記載のRTM成形方法。
- [8] 樹脂注入用部材を前記中間部材とそれに対向する型で挟圧してシールする、請求項3に記載のRTM成形方法。
- [9] 樹脂排出用部材を前記中間部材と強化繊維基材を介して前記中間部材に対向する型で挟圧してシールする、請求項3に記載のRTM成形方法。
- [10] 前記中間部材が複数の貫通孔を設けた多孔板または樹脂製フィルムからなる、請求項3に記載のRTM成形方法。
- [11] 前記中間部材に対向する型に樹脂通路用の溝が設けられている、請求項10に記載のRTM成形方法。



- [12] 前記中間部材とそれに対向する型との間に隙間を形成し、該隙間が1〜10mmの範囲内に設定されている、請求項10に記載のRTM成形方法。
- [13] 前記強化繊維基材にコア材が積層されている、請求項3に記載のRTM成形方法。
- [14] 前記樹脂の注入用のチューブおよび／または排出用のチューブを型合わせ面部に挟圧して設け、該チューブと型との間を弾性体を介してシールする、請求項3に記載のRTM成形方法。
- [15] 前記シール用弾性体に、成型型のキャビティを型合わせ面部でシールするOリングの端部が内蔵されている、請求項14に記載のRTM成形方法。
- [16] 前記成型型内に樹脂を加圧注入しながら成型型内の気体と余剰樹脂を間欠的に排出する、請求項3に記載のRTM成形方法。
- [17] 加圧注入された樹脂の前記成型型内での樹脂圧力を $P_m$ 、樹脂を注入する注入口での樹脂吐出圧力を $P_i$ としたとき、選択的に $P_m = P_i$ 、 $P_m < P_i$ として、成型型内に流入している樹脂の流量を制御する、請求項16に記載のRTM成形方法。
- [18] 前記成型型内に流入している樹脂の流量を、樹脂を排出する排出口の口径の調節によって制御する、請求項16に記載のRTM成形方法。
- [19] 前記排出口の口径の調節と、その調節のタイミングとを記憶し、その記憶情報に基づいて成型型内の樹脂流量を自動的に制御する、請求項18に記載のRTM成形方法。
- [20] 前記成型型のキャビティ内に樹脂を加圧注入するとき、樹脂の単位時間流量( $Q$ : cc/min)とキャビティの投影面積( $S$ : m<sup>2</sup>)との比( $Q/S$ : cc/min・m<sup>2</sup>)が、
$$50 < Q/S < 600$$
の範囲内である、請求項3に記載のRTM成形方法。
- [21] 前記比( $Q/S$ : cc/min・m<sup>2</sup>)と樹脂の加圧力( $P$ : MPa)との積( $(Q/S) \times P$ : ccM Pa/min・m<sup>2</sup>)が、
$$20 \leq (Q/S) \times P \leq 400$$
の範囲内である、請求項20に記載のRTM成形方法。
- [22] 前記樹脂の加圧力が0.2〜0.8MPaの範囲内である、請求項20に記載のRTM成形方法。

- [23] 前記樹脂が、加熱温度が60〜160℃の範囲の一定温度下で、3〜30分で硬化される、請求項20に記載のRTM成形方法。
- [24] 前記キャビティの外周に配置された樹脂注入ラインから樹脂排出ラインに向けて樹脂を注入して前記強化繊維基材に樹脂含浸後、加熱硬化させるRTM成形方法であって、前記樹脂注入ラインが複数に分割形成されている、請求項1に記載のRTM成形方法。
- [25] 前記樹脂注入ラインと樹脂排出ラインとが、前記キャビティの実質的に外周全域に渡って形成されている、請求項24に記載のRTM成形方法。
- [26] 前記樹脂注入ラインの長さが前記樹脂排出ラインの長さの2倍以上である、請求項24に記載のRTM成形方法。
- [27] 前記樹脂注入ラインおよび／または樹脂排出ラインが成型型に加工された溝からなる、請求項24に記載のRTM成形方法。
- [28] 前記成型型が上型と下型とからなり、前記溝が総て下型に加工されている、請求項27に記載のRTM成形方法。
- [29] 前記樹脂排出ラインも複数に分割形成されている、請求項24に記載のRTM成形方法。
- [30] 前記複数に分割形成されてなる樹脂注入ラインからの樹脂注入を、樹脂排出ラインから実質的に遠い側の樹脂注入ラインより順次行う、請求項24に記載のRTM成形方法。
- [31] 前記樹脂排出ラインからも、所定の時間後に樹脂注入ラインに切り換えて樹脂注入を行う、請求項24に記載のRTM成形方法。
- [32] 前記強化繊維基材にコア材が積層されている、請求項24に記載のRTM成形方法。  
。
- [33] 前記樹脂の注入用のチューブおよび／または排出用のチューブを型合わせ面部に挟圧して設け、該チューブと型との間を弾性体を介してシールする、請求項24に記載のRTM成形方法。
- [34] 前記シール用弾性体に、成型型のキャビティを型合わせ面部でシールするオーリングの端部が内蔵されている、請求項33に記載のRTM成形方法。

- [35] 前記成形型内に樹脂を加圧注入しながら成形型内の気体と余剰樹脂を間欠的に排出する、請求項24に記載のRTM成形方法。
- [36] 加圧注入された樹脂の前記成形型内での樹脂圧力を $P_m$ 、樹脂を注入する注入口での樹脂吐出圧力を $P_i$ としたとき、選択的に $P_m = P_i$ 、 $P_m < P_i$ として、成形型内に流入している樹脂の流量を制御する、請求項35に記載のRTM成形方法。
- [37] 前記成形型内に流入している樹脂の流量を、樹脂を排出する排出口の口径の調節によって制御する、請求項35に記載のRTM成形方法。
- [38] 前記排出口の口径の調節と、その調節のタイミングとを記憶し、その記憶情報に基づいて成形型内の樹脂流量を自動的に制御する、請求項37に記載のRTM成形方法。
- [39] 前記成形型のキャビティ内に樹脂を加圧注入するとき、樹脂の単位時間流量( $Q$ : cc/min)とキャビティの投影面積( $S$ : m<sup>2</sup>)との比( $Q/S$ : cc/min・m<sup>2</sup>)が、
$$50 < Q/S < 600$$
の範囲内である、請求項24に記載のRTM成形方法。
- [40] 前記比( $Q/S$ : cc/min・m<sup>2</sup>)と樹脂の加圧力( $P$ : MPa)との積( $(Q/S) \times P$ : ccM Pa/min・m<sup>2</sup>)が、
$$20 \leq (Q/S) \times P \leq 400$$
の範囲内である、請求項39に記載のRTM成形方法。
- [41] 前記樹脂の加圧力が0.2～0.8MPaの範囲内である、請求項39に記載のRTM成形方法。
- [42] 前記樹脂が、加熱温度が60～160℃の範囲の一定温度下で、3～30分で硬化される、請求項39に記載のRTM成形方法。
- [43] 前記強化繊維基材の少なくとも片側の表層が連続繊維層からなり、該表層の真下の層がランダムマット層からなる、請求項1に記載のRTM成形方法。
- [44] 前記表層が3層以下の連続繊維層から形成されている、請求項43に記載のRTM成形方法。
- [45] 前記表層を形成する連続繊維層の総目付が700g/m<sup>2</sup>以下である、請求項43に記載のRTM成形方法。

- [46] 前記表層の強化繊維が炭素繊維織物からなる、請求項43に記載のRTM成形方法。
- [47] 前記ランダムマット層の総目付が $150\text{g}/\text{m}^2$ 以下である、請求項43に記載のRTM成形方法。
- [48] 前記ランダムマット層がガラス繊維からなる、請求項43に記載のRTM成形方法。
- [49] 前記強化繊維基材にコア材が積層されている、請求項43に記載のRTM成形方法。
- [50] 複数の型からなる成形型のキャビティ内に強化繊維基材を配置し、型締めした後、樹脂を注入して成形するRTM成形装置において、前記強化繊維基材の面方向に関して分割領域を想定し、それぞれの分割領域は、注入樹脂が領域内の全面にわたって広がりかつ基材厚み方向に実質的に均一に含浸可能な分割領域であり、想定された各分割領域のそれぞれに対し該分割領域内まで注入樹脂を導入する樹脂導入路を形成することを特徴とするRTM成形装置。
- [51] 少なくとも型締めした後から樹脂注入開始まで、所定の時間の間樹脂排出ラインより真空吸引する手段を有する、請求項50に記載のRTM成形装置。
- [52] 前記成形型を構成する型間に、厚み方向に貫通する樹脂流路を有し、該樹脂流路を介して樹脂を前記強化繊維基材に対して複数の箇所からほぼ同時に注入可能な中間部材が設けられている、請求項50に記載のRTM成形装置。
- [53] いずれかの型に、強化繊維基材に対して実質的に全周にわたって延びる樹脂排出用溝が形成されている、請求項52に記載のRTM成形装置。
- [54] 前記中間部材に、強化繊維基材に対して実質的に全周にわたって延びる樹脂排出用溝が形成されている、請求項52に記載のRTM成形装置。
- [55] 前記中間部材に、その一面側に形成された樹脂流路用溝と、該溝に連通し前記面とは反対面である強化繊維基材配置側の面へと貫通する貫通孔が設けられている、請求項52に記載のRTM成形装置。
- [56] 前記中間部材が金属製または樹脂製である、請求項52に記載のRTM成形装置。
- [57] 前記中間部材とそれに対向する型で挟圧してシールされる樹脂注入用部材が設けられている、請求項52に記載のRTM成形装置。

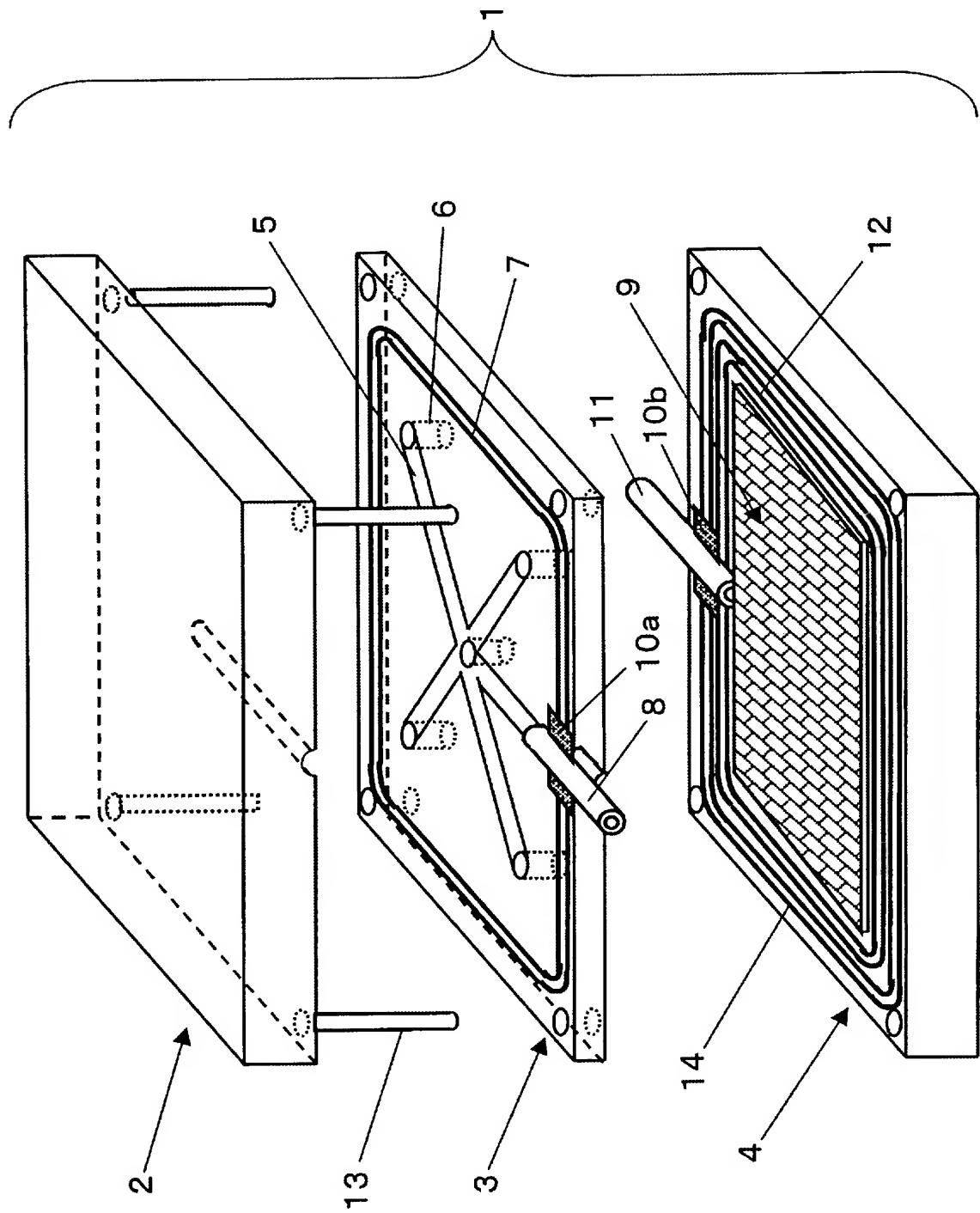
- [58] 前記中間部材と強化繊維基材を介して前記中間部材に対向する型で挟圧してシールされる樹脂排出用部材が設けられている、請求項52に記載のRTM成形装置。
- [59] 前記中間部材が複数の貫通孔を設けた多孔板または樹脂製フィルムからなる、請求項52に記載のRTM成形装置。
- [60] 前記中間部材に対向する型に樹脂通路用の溝が設けられている、請求項59に記載のRTM成形装置。
- [61] 前記中間部材とそれに対向する型との間に隙間が形成され、該隙間が1〜10mmの範囲内に設定されている、請求項59に記載のRTM成形装置。
- [62] 前記強化繊維基材にコア材が積層されている、請求項52に記載のRTM成形装置。
- [63] 前記樹脂の注入用のチューブおよび／または排出用のチューブが型合わせ面部に挟圧されて設けられており、該チューブと型との間にシール用弾性体が介在されている、請求項52に記載のRTM成形装置。
- [64] 前記シール用弾性体に、成形型のキャビティを型合わせ面部でシールするOリングの端部が内蔵されている、請求項63に記載のRTM成形装置。
- [65] 前記成形型内に樹脂を加圧注入しながら成形型内の気体と余剰樹脂を間欠的に排出する手段を有する、請求項52に記載のRTM成形装置。
- [66] 加圧注入された樹脂の前記成形型内での樹脂圧力を $P_m$ 、樹脂を注入する注入口での樹脂吐出圧力を $P_i$ としたとき、選択的に $P_m = P_i$ 、 $P_m < P_i$ として、成形型内に流入している樹脂の流量を制御する手段を有する、請求項65に記載のRTM成形装置。
- [67] 前記成形型内に流入している樹脂の流量を、樹脂を排出する排出口の口径の調節によって制御する手段を有する、請求項65に記載のRTM成形装置。
- [68] 前記排出口の口径の調節と、その調節のタイミングとを記憶し、その記憶情報に基づいて成形型内の樹脂流量を自動的に制御する手段を有する、請求項67に記載のRTM成形装置。
- [69] 前記排出口の口径を調節する手段が、バルブ開閉装置からなる、請求項67に記載のRTM成形装置。

- [70] 前記キャビティの外周に配置された樹脂注入ラインから樹脂排出ラインに向けて樹脂を注入して前記強化繊維基材に樹脂含浸後、加熱硬化させるRTM成形装置であって、前記樹脂注入ラインが複数に分割形成されている、請求項50に記載のRTM成形装置。
- [71] 前記樹脂注入ラインと樹脂排出ラインとが、前記キャビティの実質的に外周全域に渡って形成されている、請求項70に記載のRTM成形装置。
- [72] 前記樹脂注入ラインの長さが前記樹脂排出ラインの長さの2倍以上である、請求項70に記載のRTM成形装置。
- [73] 前記樹脂注入ラインおよび／または樹脂排出ラインが成型型に加工された溝からなる、請求項70に記載のRTM成形装置。
- [74] 前記成型型が上型と下型とからなり、前記溝が総て下型に加工されている、請求項73に記載のRTM成形装置。
- [75] 前記樹脂排出ラインも複数に分割形成されている、請求項70に記載のRTM成形装置。
- [76] 前記複数に分割形成されてなる樹脂注入ラインからの樹脂注入が、樹脂排出ラインから実質的に遠い側の樹脂注入ラインより順次行われる、請求項70に記載のRTM成形装置。
- [77] 前記樹脂排出ラインからも、所定の時間後に樹脂注入ラインに切り換えて樹脂注入が行われる、請求項70に記載のRTM成形装置。
- [78] 前記強化繊維基材にコア材が積層されている、請求項70に記載のRTM成形装置。
- [79] 前記樹脂の注入用のチューブおよび／または排出用のチューブが型合わせ面部に挟圧されて設けられており、該チューブと型との間にシール用弾性体が介在されている、請求項70に記載のRTM成形装置。
- [80] 前記シール用弾性体に、成型型のキャビティを型合わせ面部でシールするOリングの端部が内蔵されている、請求項79に記載のRTM成形装置。
- [81] 前記成型型内に樹脂を加圧注入しながら成型型内の気体と余剰樹脂を間欠的に排出する手段を有する、請求項70に記載のRTM成形装置。

- [82] 加圧注入された樹脂の前記成形型内での樹脂圧力を $P_m$ 、樹脂を注入する注入口での樹脂吐出圧力を $P_i$ としたとき、選択的に $P_m = P_i$ 、 $P_m < P_i$ として、成形型内に流入している樹脂の流量を制御する手段を有する、請求項81に記載のRTM成形装置。
- [83] 前記成形型内に流入している樹脂の流量を、樹脂を排出する排出口の口径の調節によって制御する手段を有する、請求項81に記載のRTM成形装置。
- [84] 前記排出口の口径の調節と、その調節のタイミングとを記憶し、その記憶情報に基づいて成形型内の樹脂流量を自動的に制御する手段を有する、請求項83に記載のRTM成形装置。
- [85] 前記排出口の口径を調節する手段が、バルブ開閉装置からなる、請求項83に記載のRTM成形装置。

[図1]

**Fig. 1**





[図2]

FIG. 2A

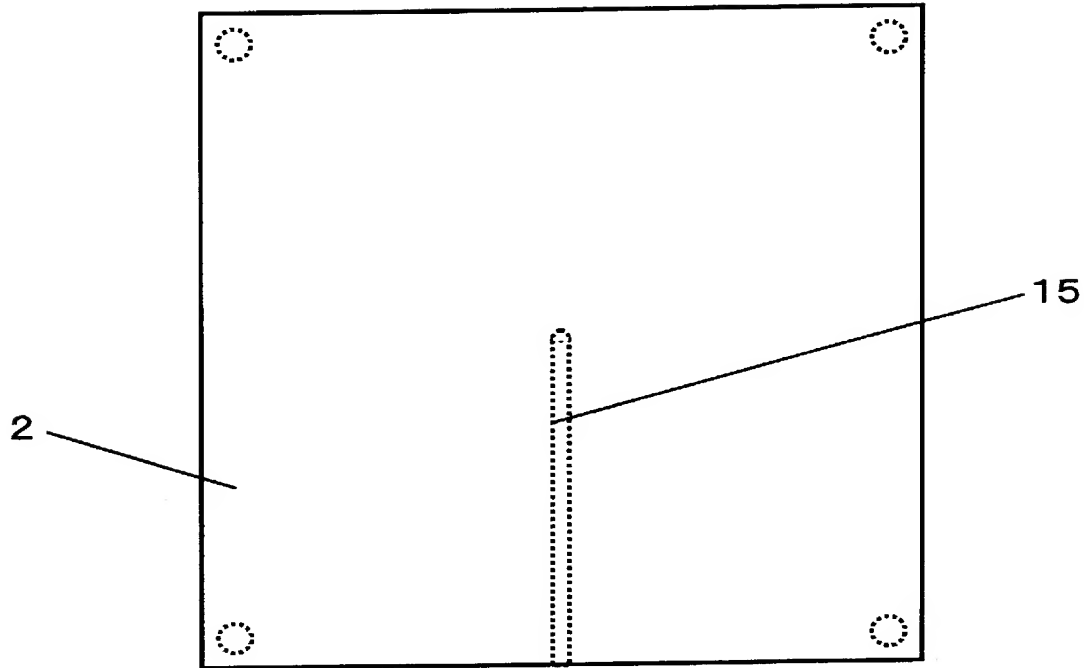
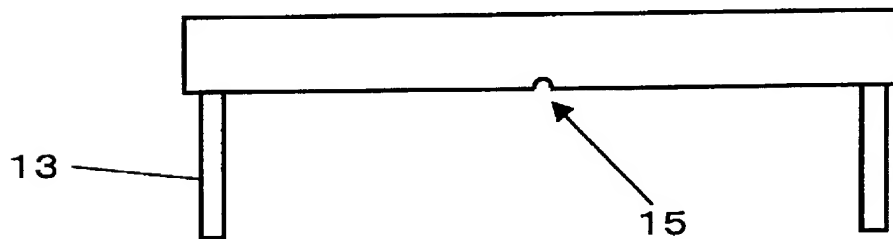


FIG. 2B



[図3]

FIG. 3A

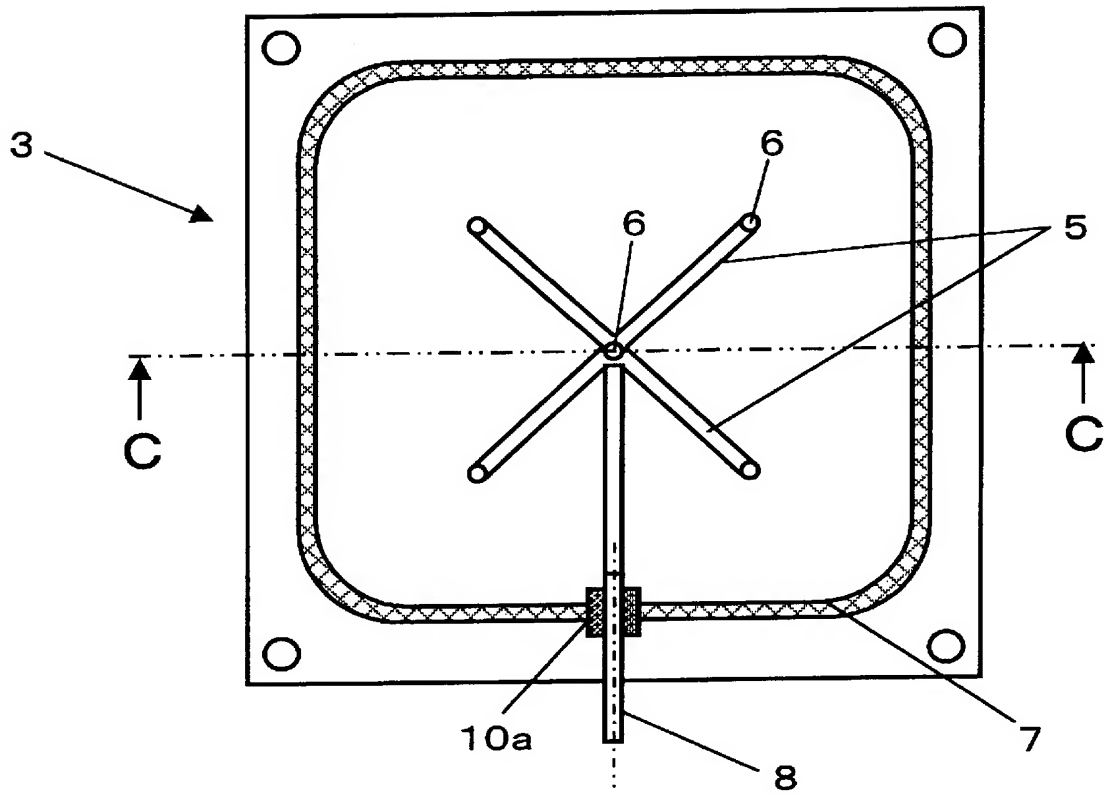
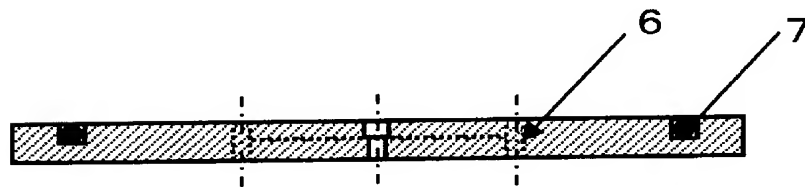


FIG. 3B



[図4]

FIG. 4A

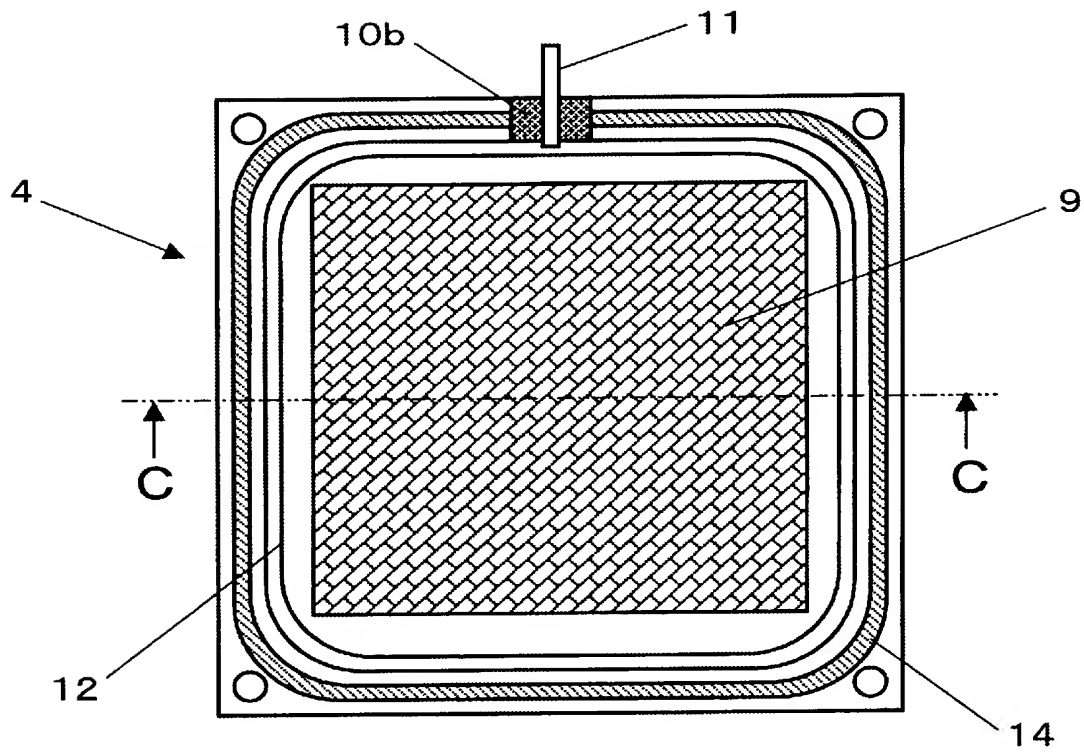
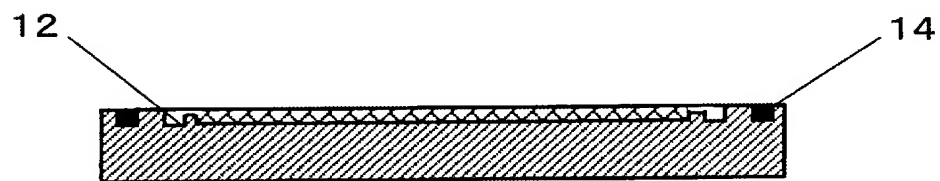
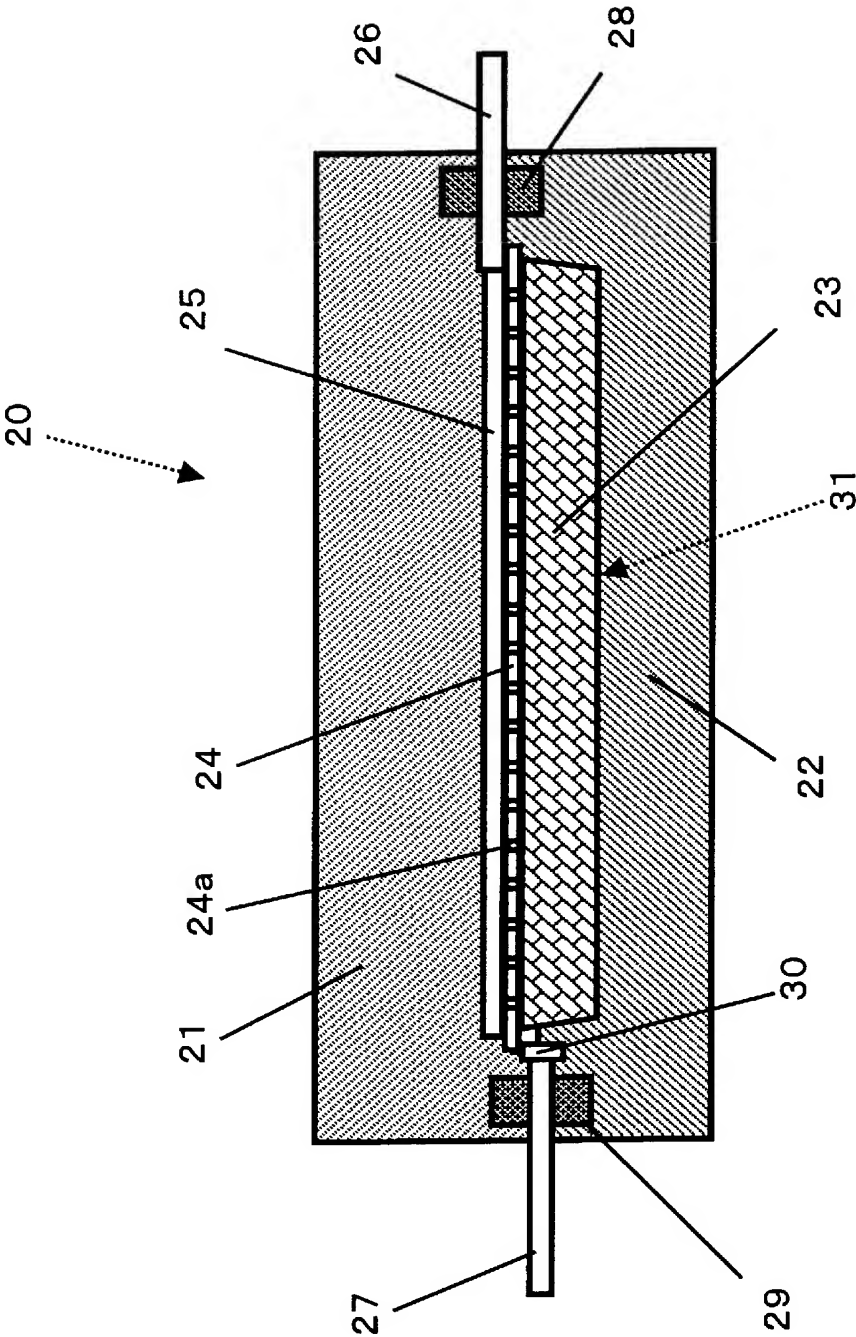


FIG. 4B



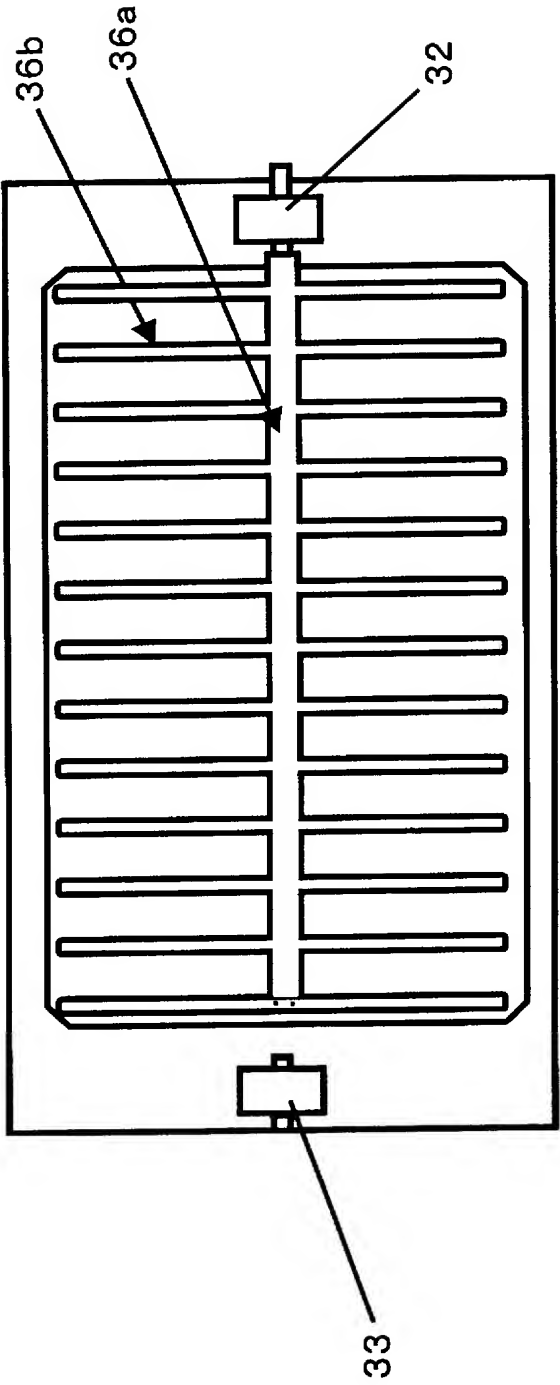
[図5]

FIG. 5



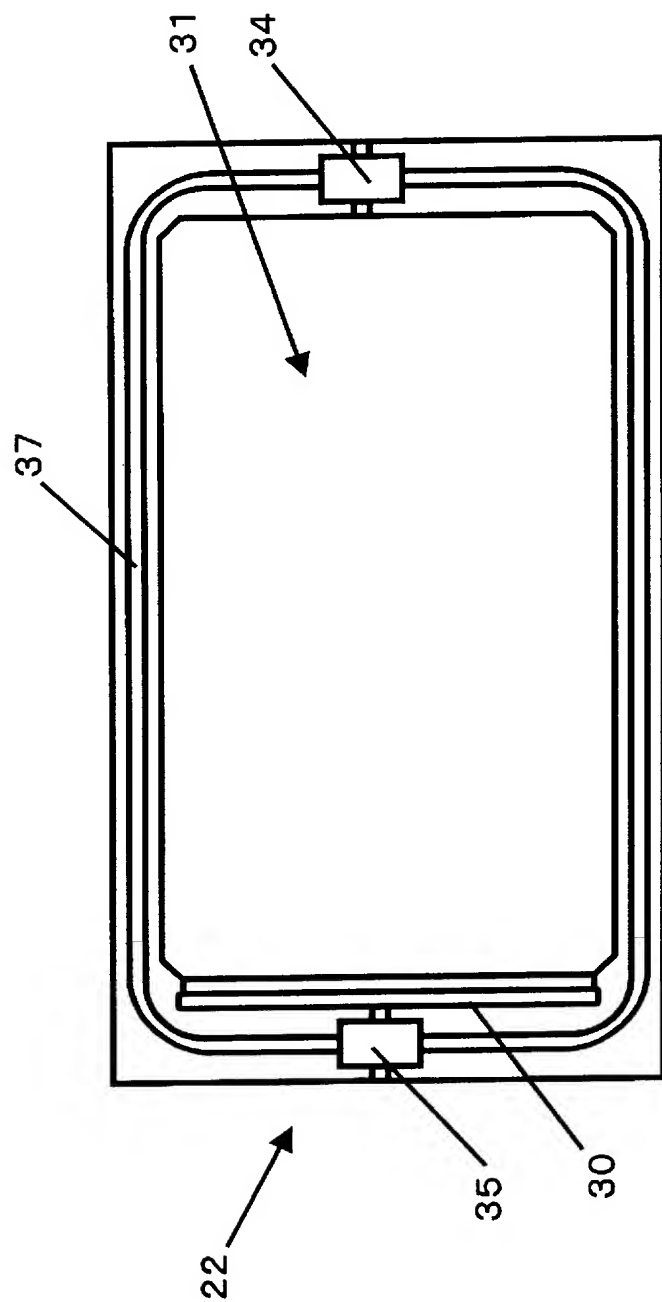
[図6]

FIG. 6



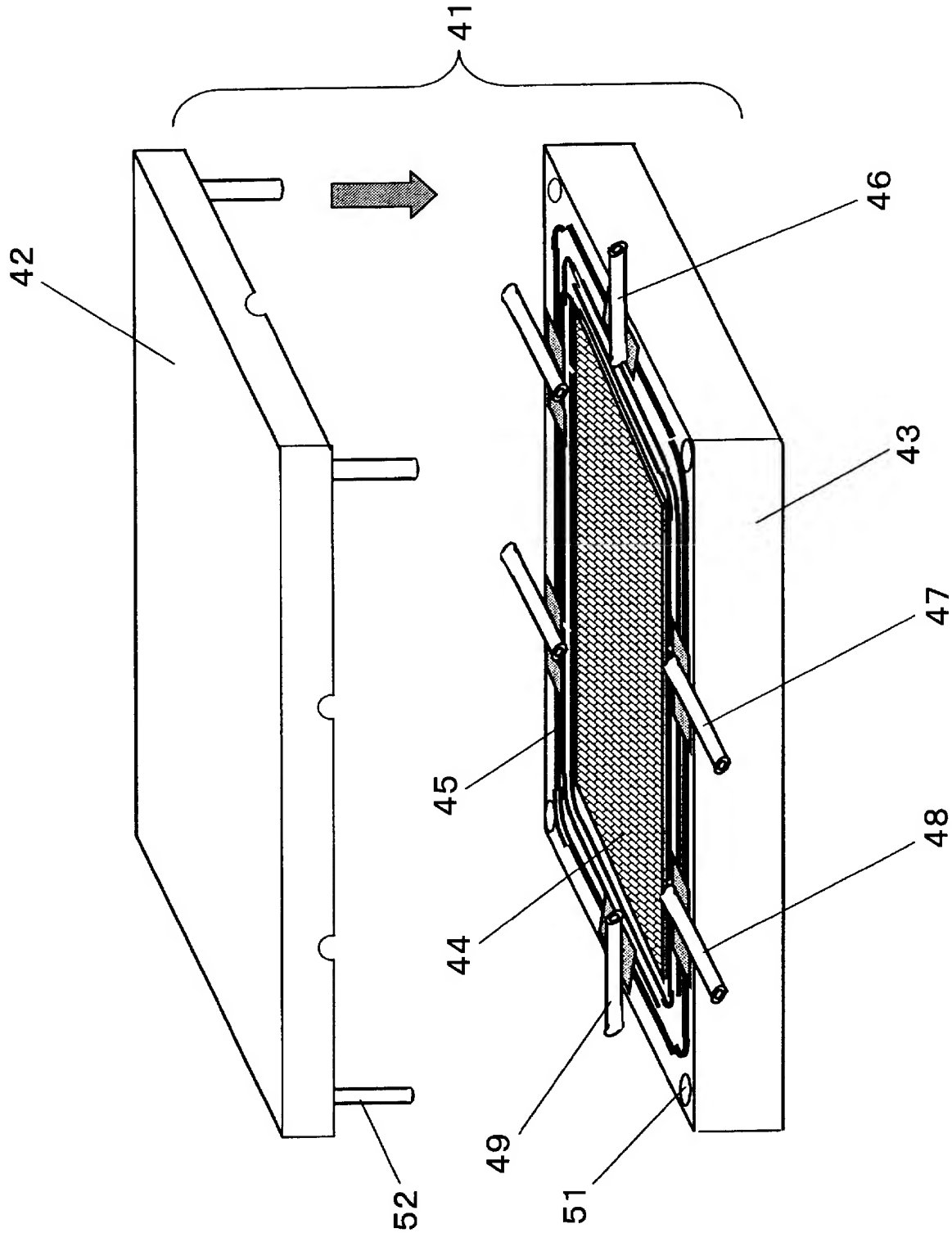
[図7]

FIG. 7



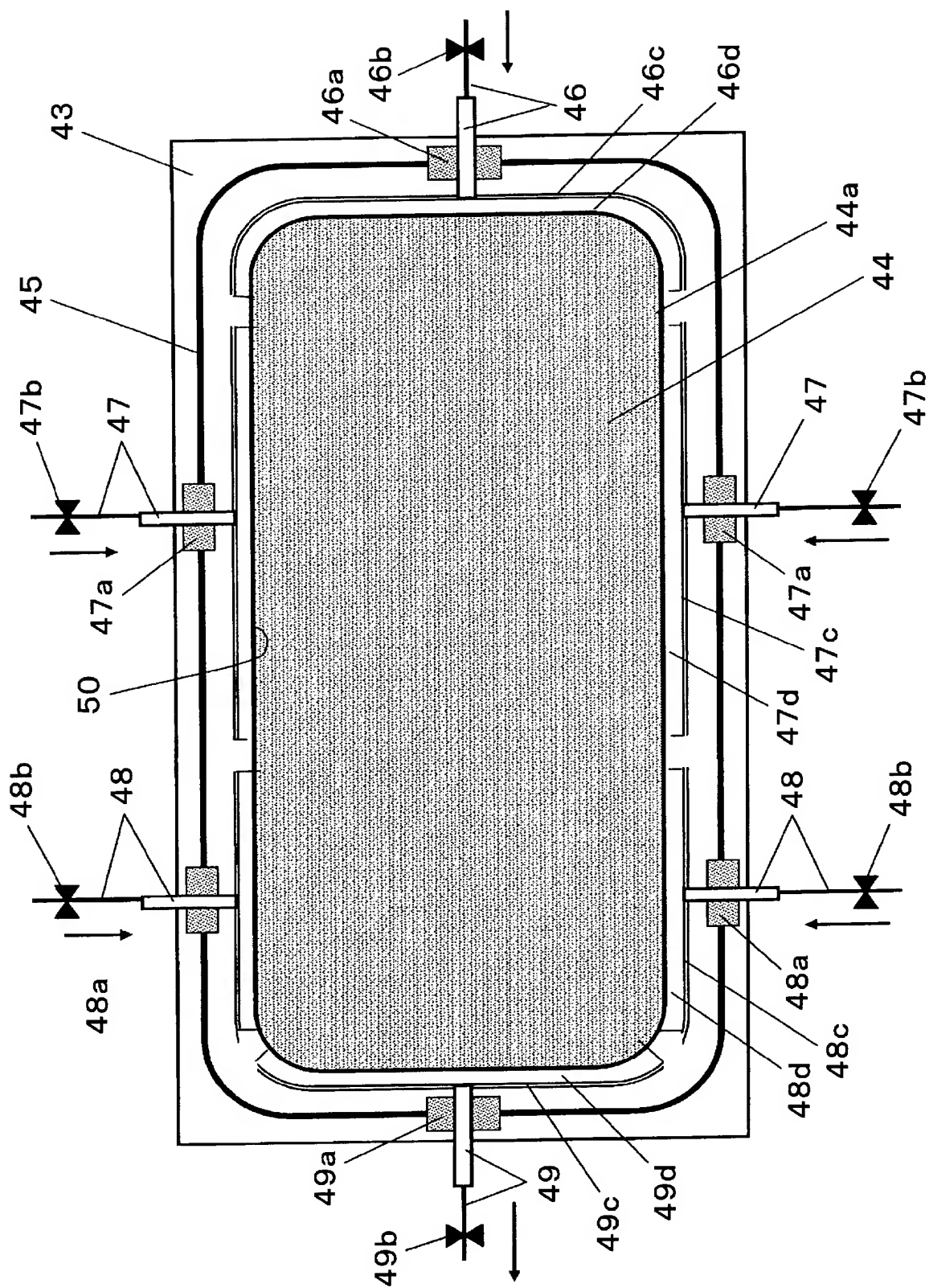
[図8]

FIG. 8



[図9]

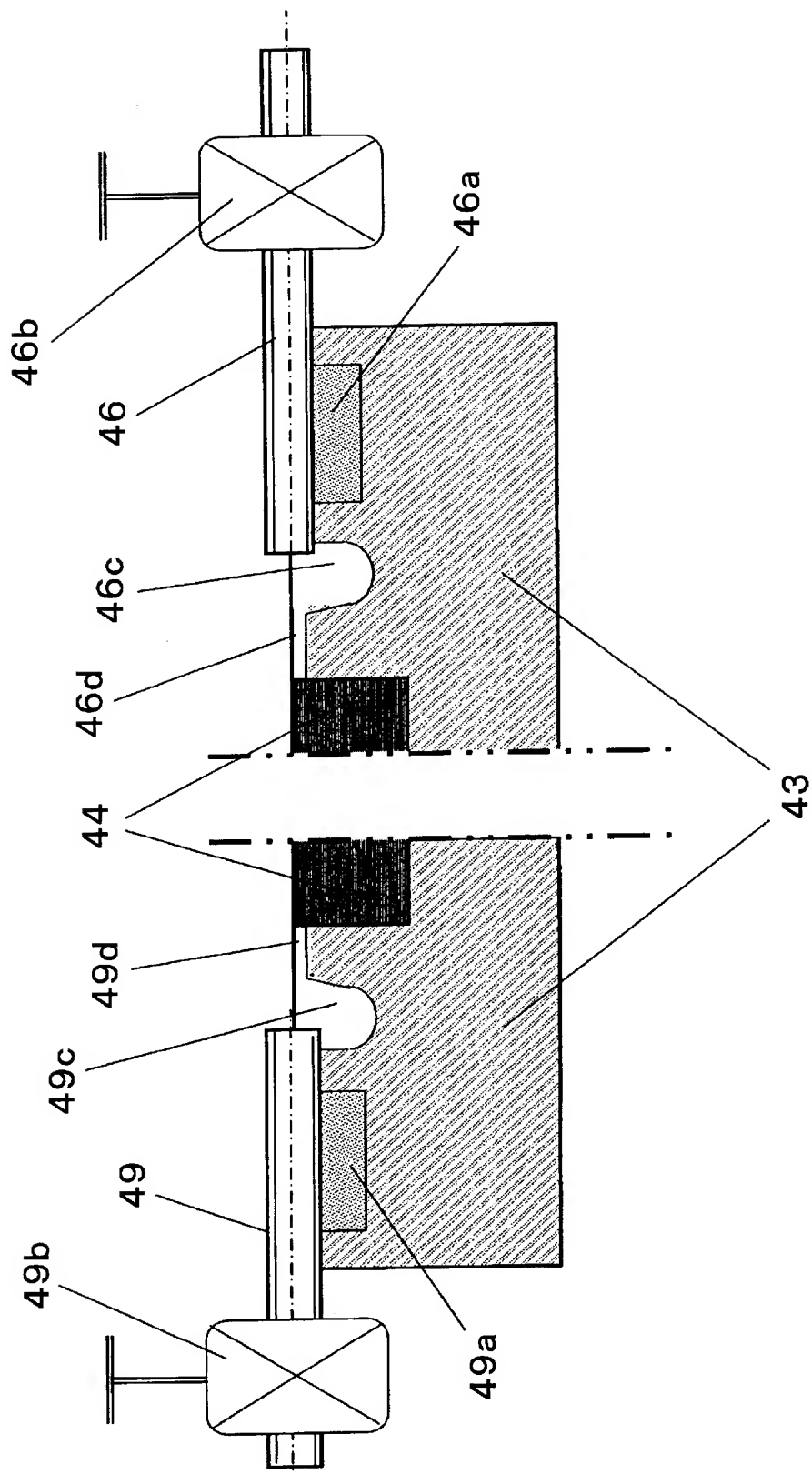
FIG. 9





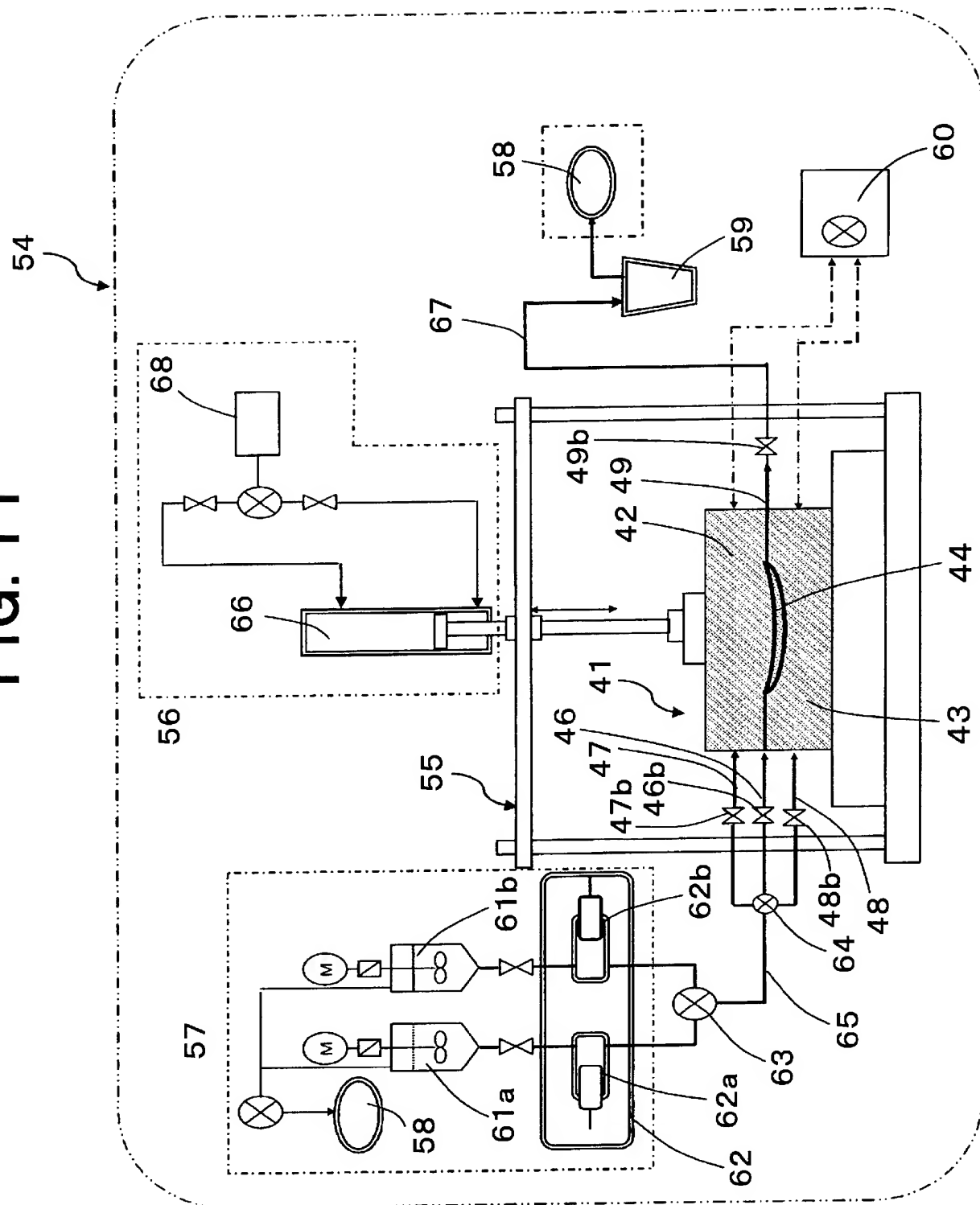
[図10]

FIG. 10



[図11]

FIG. 11



[図12]

FIG. 12A

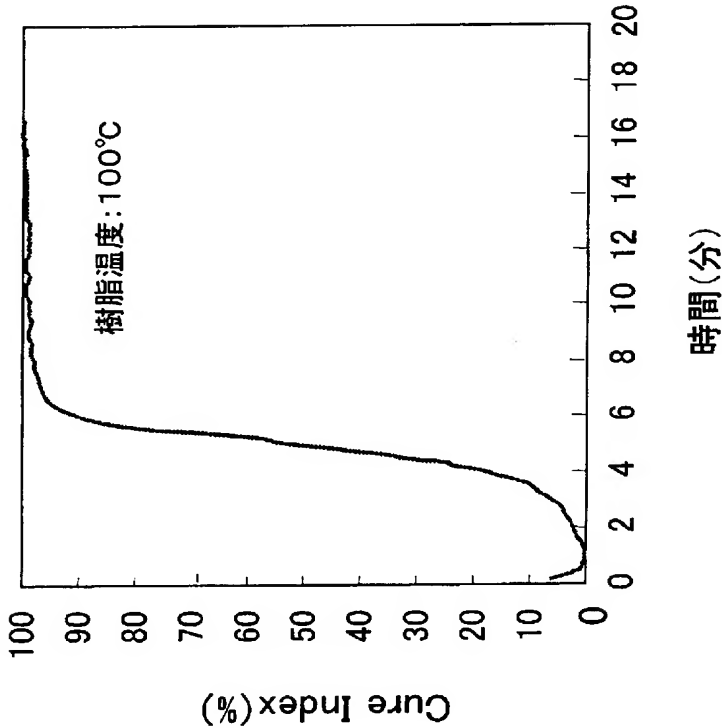
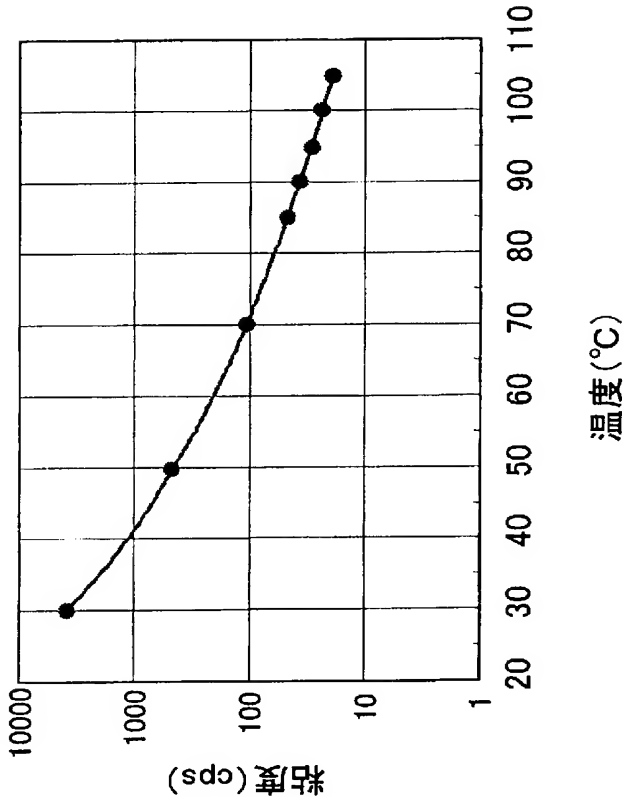
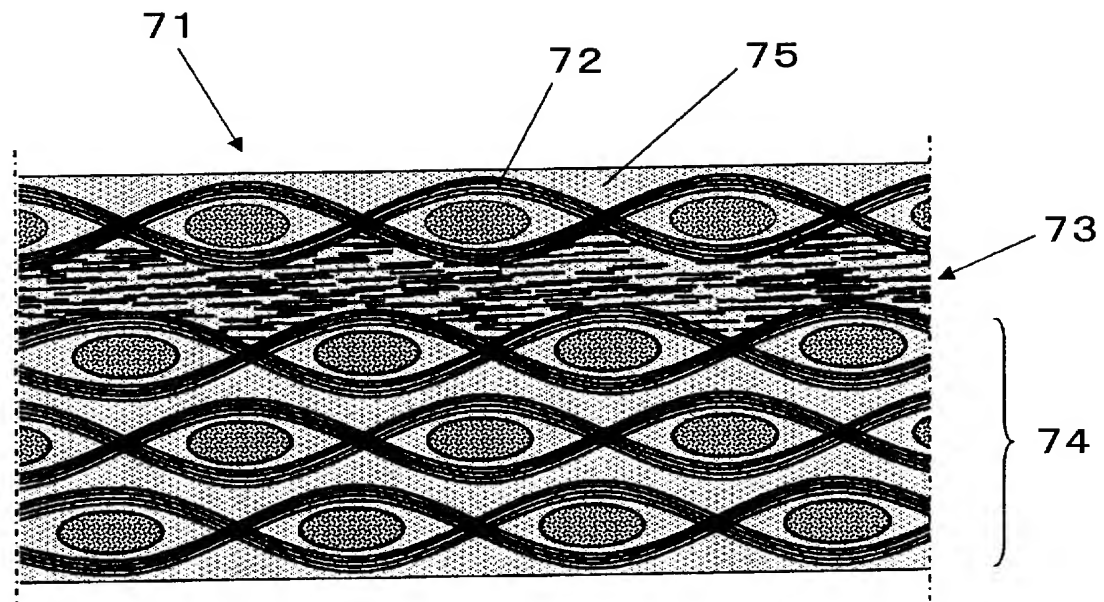


FIG. 12B



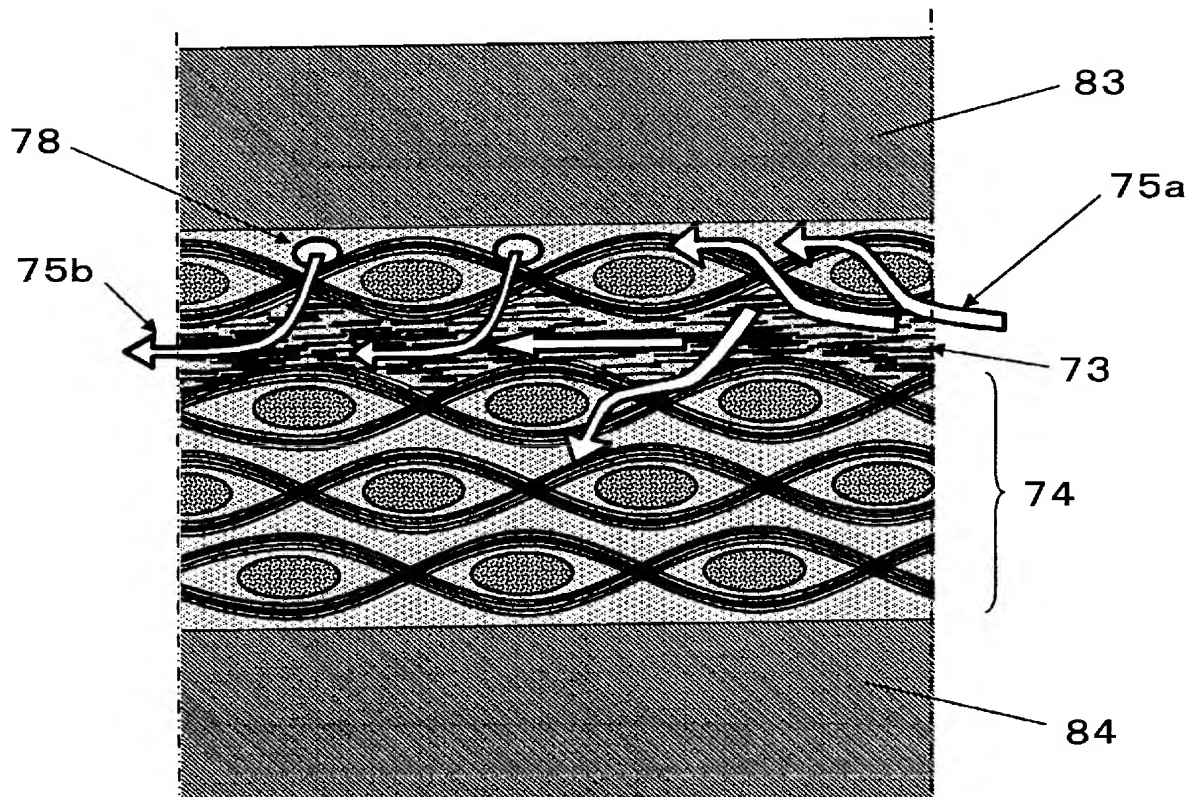
[FIG. 13]

FIG. 13



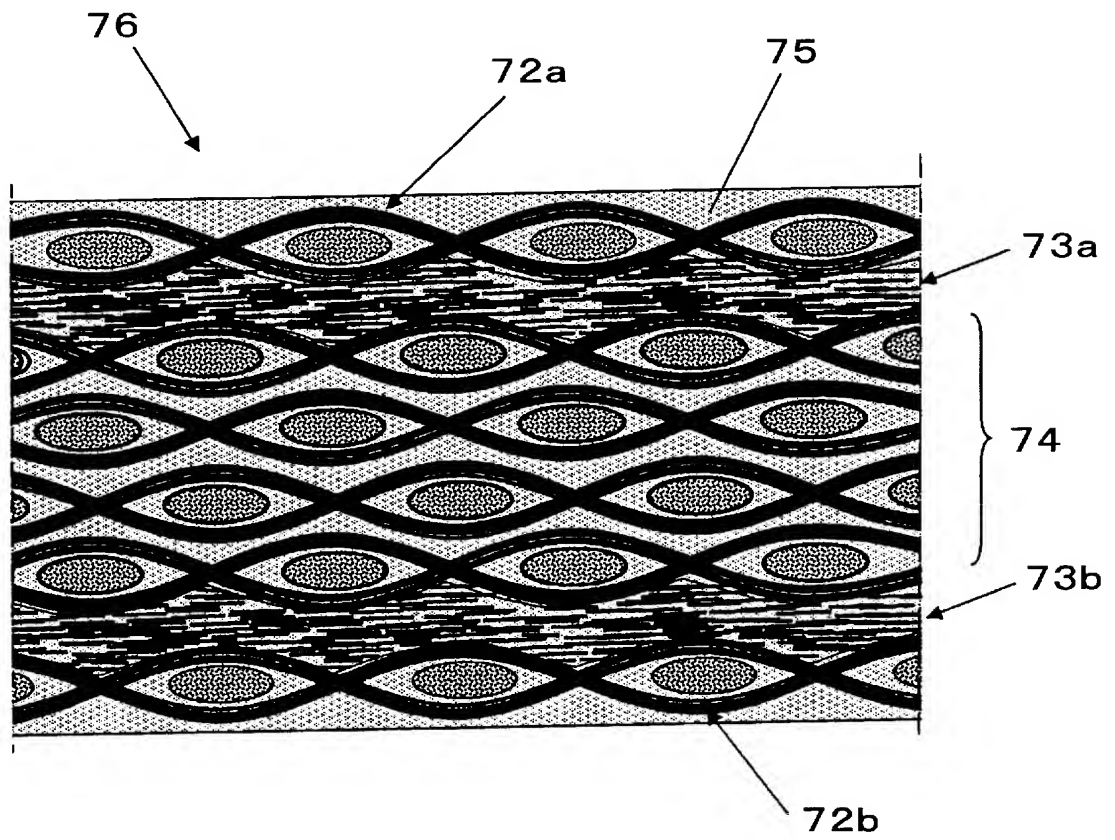
[FIG. 14]

FIG. 14



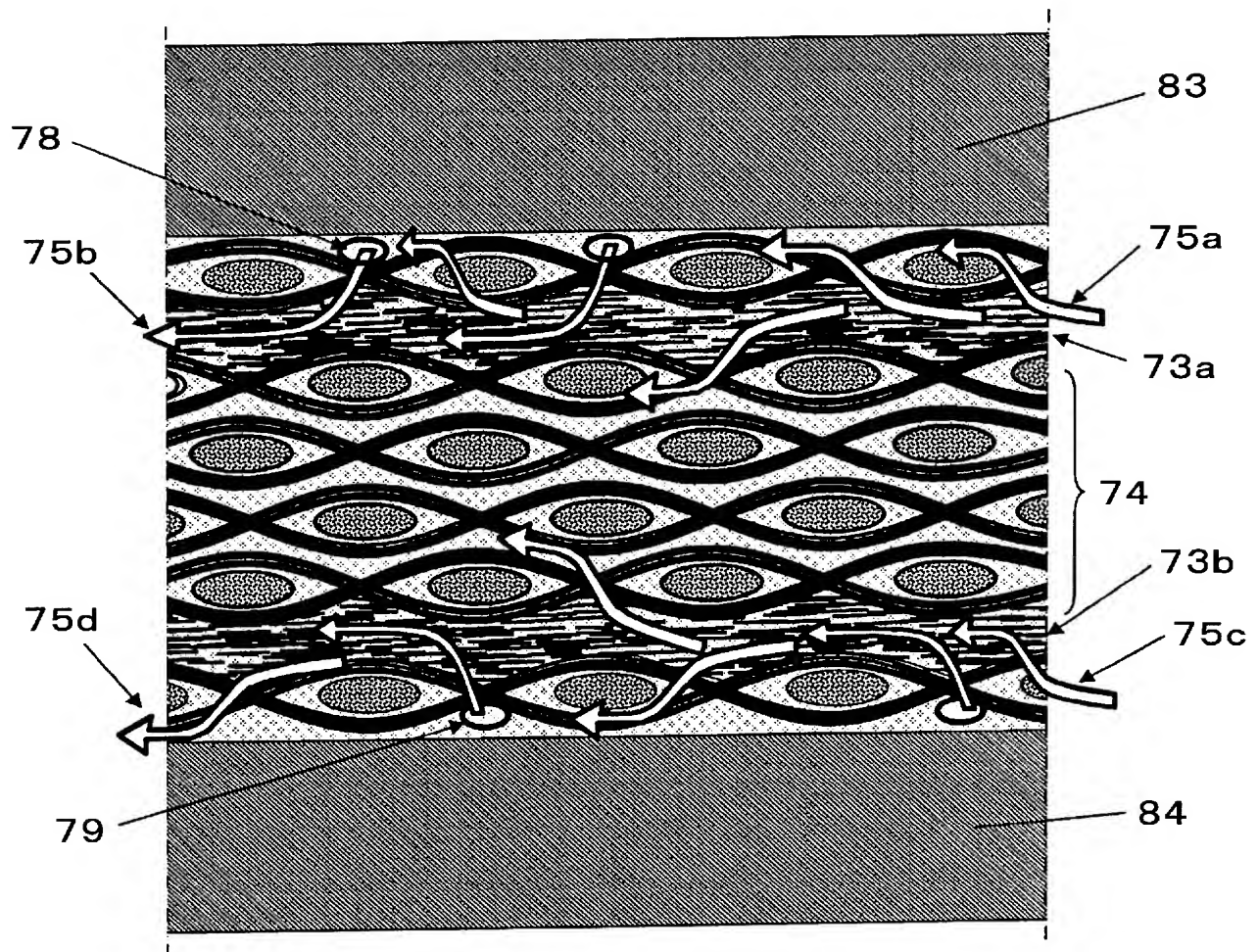
[図15]

FIG. 15

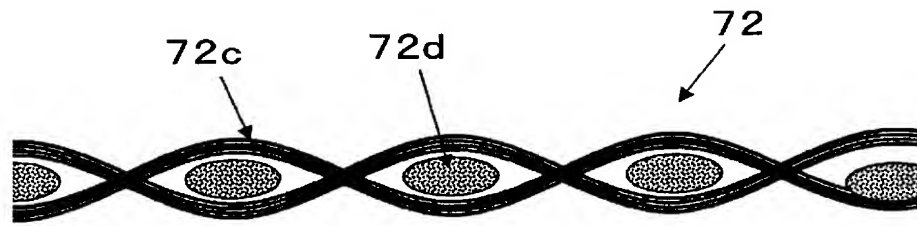
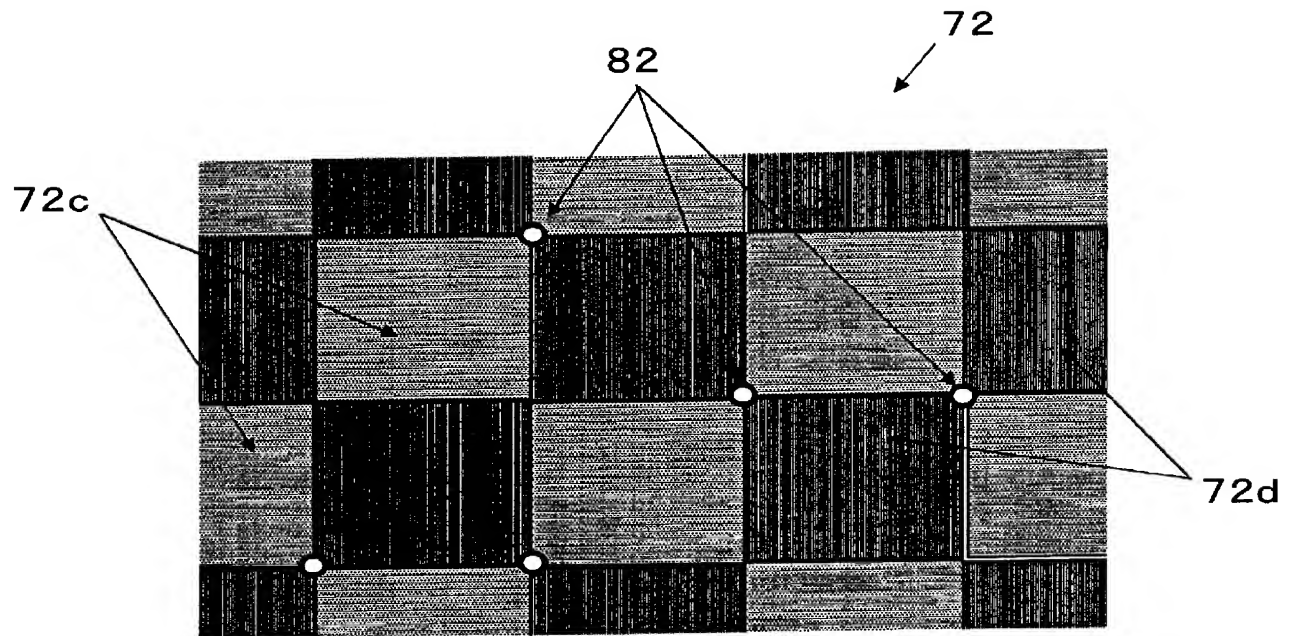


[図16]

FIG. 16



[図17]

**FIG. 17A****FIG. 17B**

[図18]

FIG. 18A

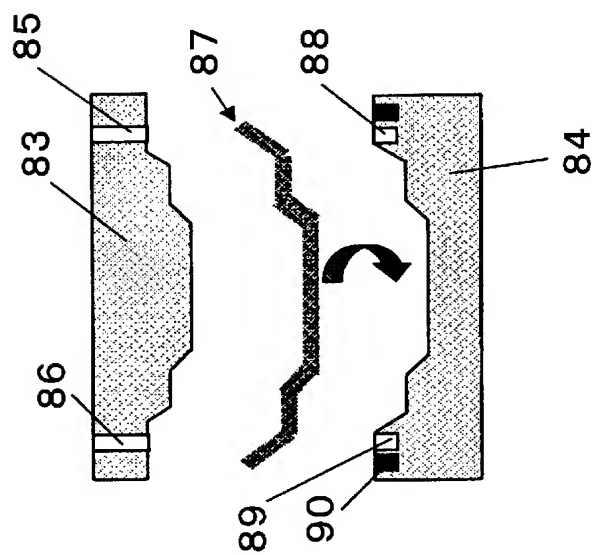


FIG. 18B

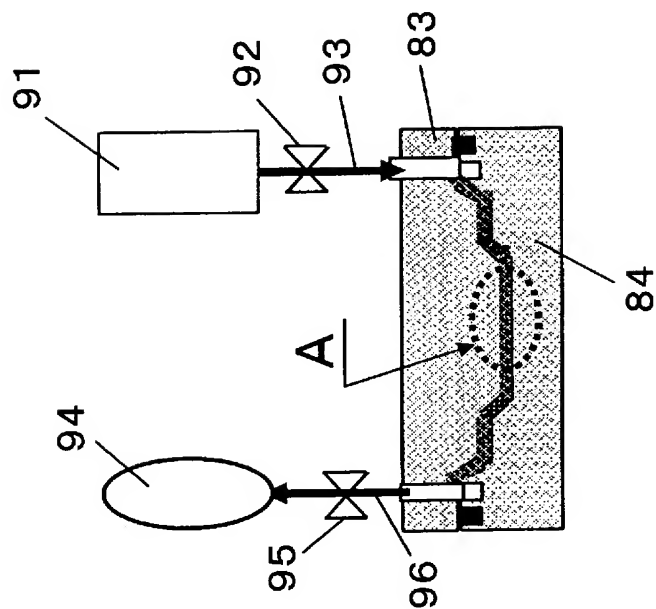
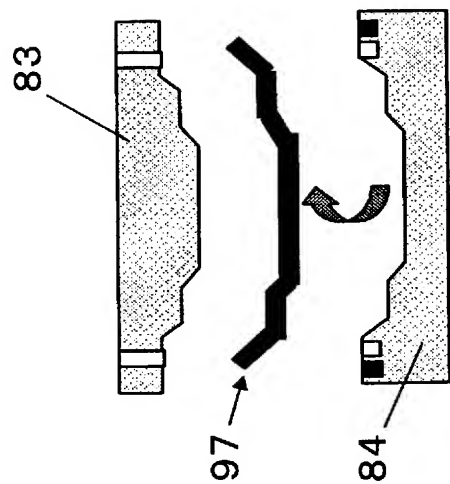


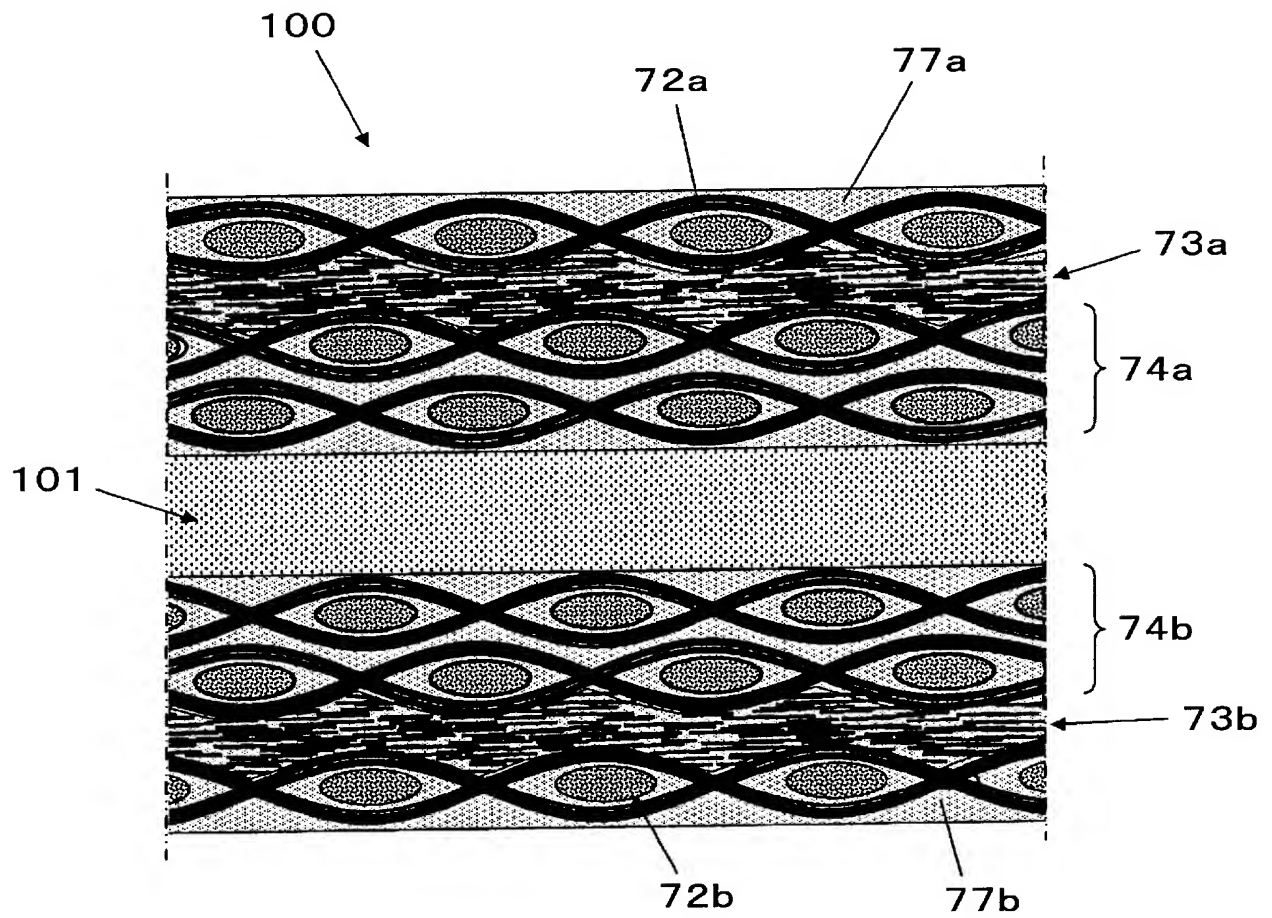
FIG. 18C





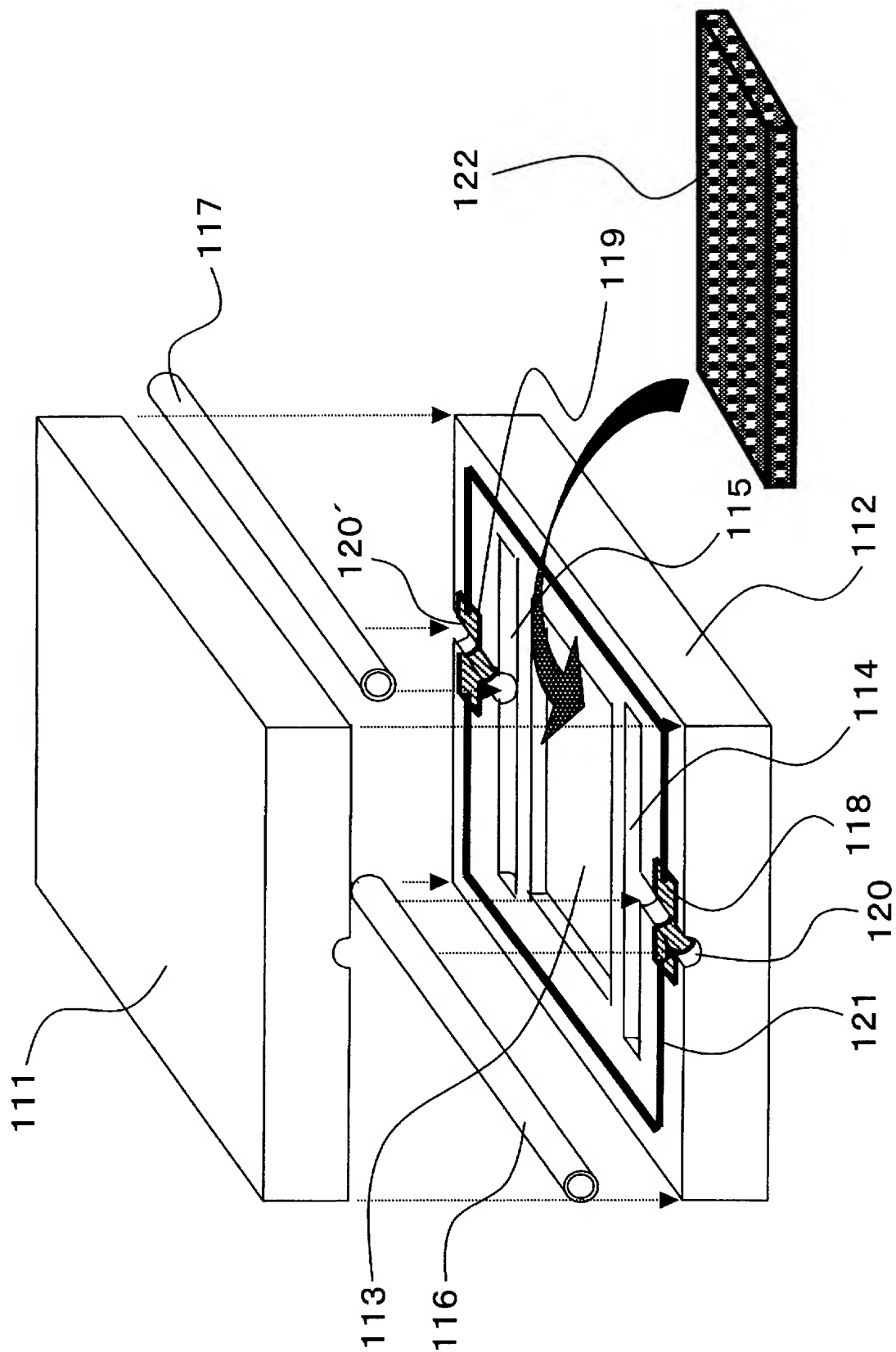
[図19]

FIG. 19

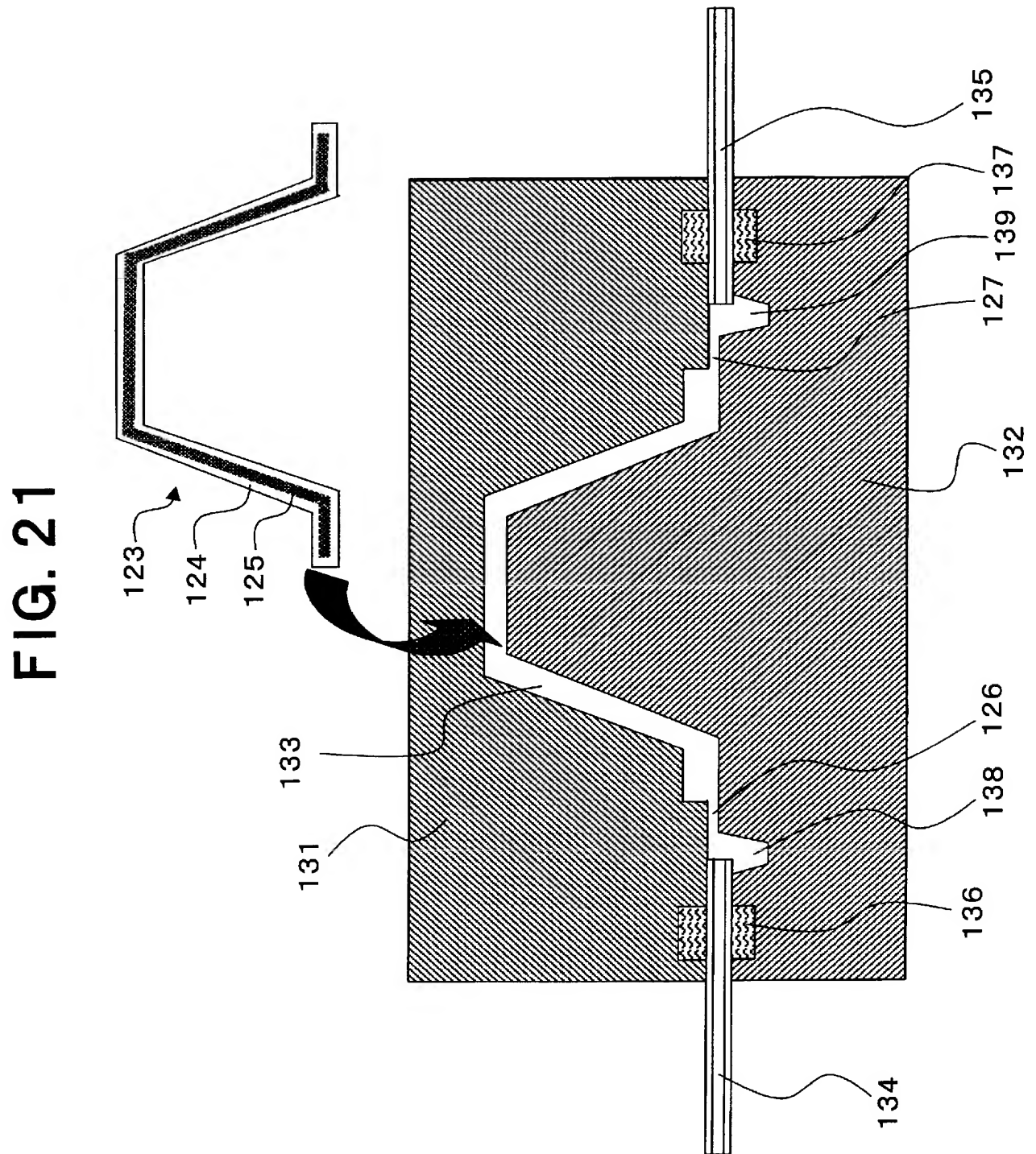


[図20]

FIG. 20

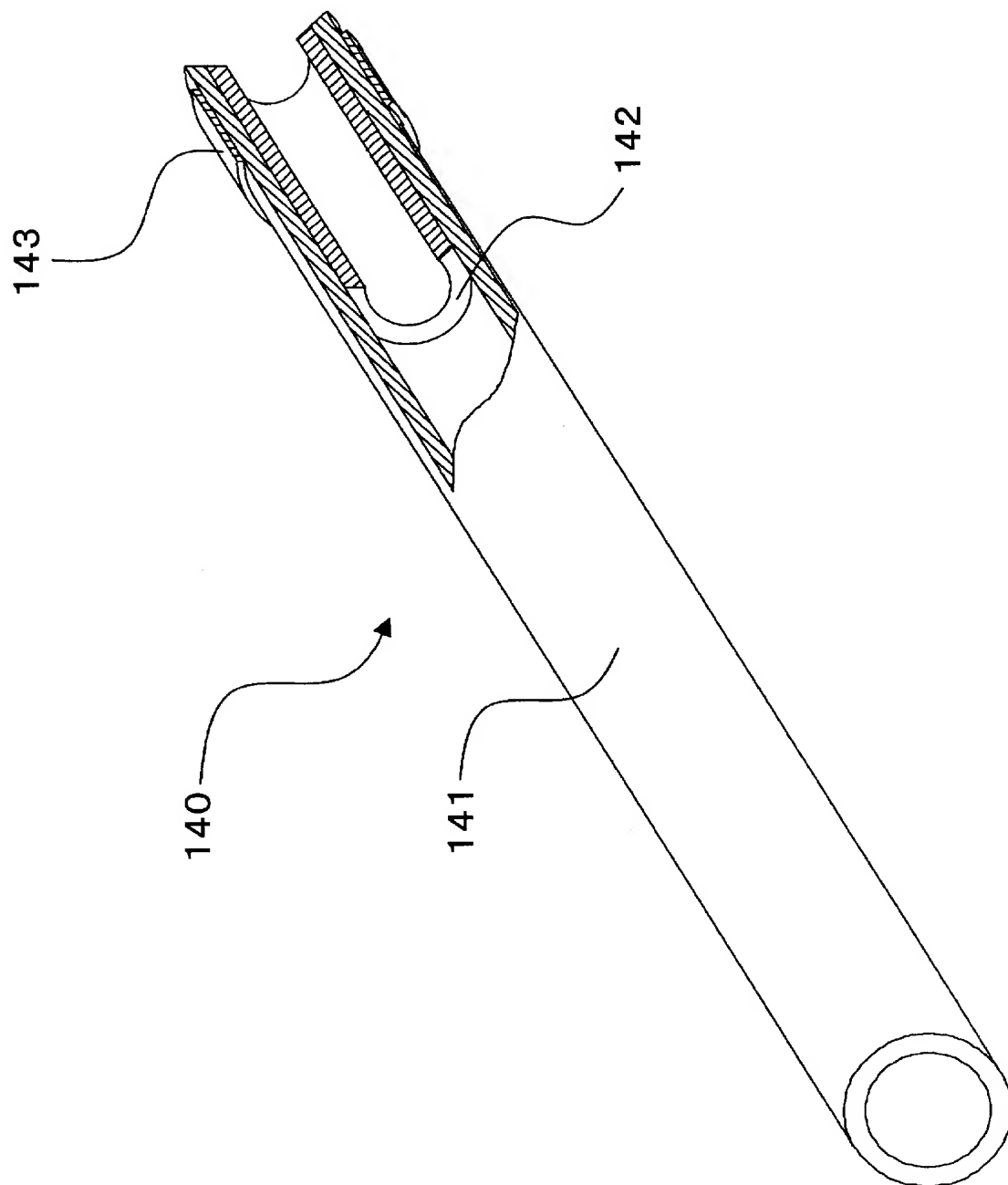


[図21]



[FIG. 22]

FIG. 22



[図23]

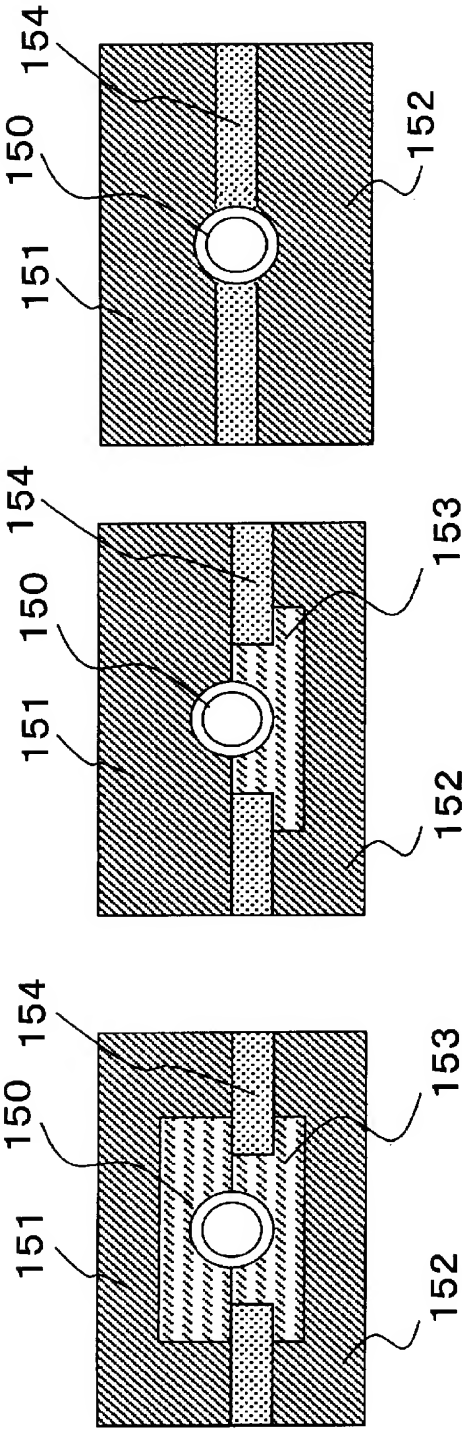


FIG. 23A

FIG. 23B

FIG. 23C

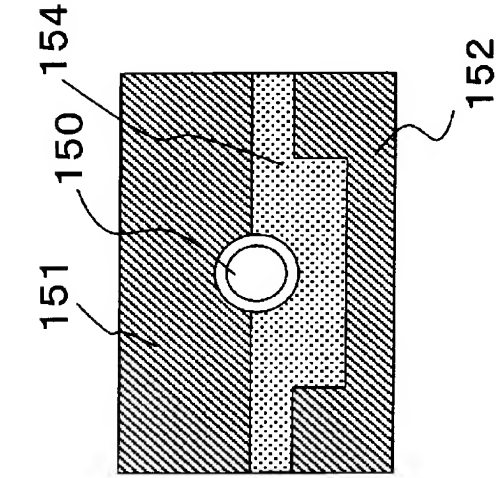


FIG. 23D

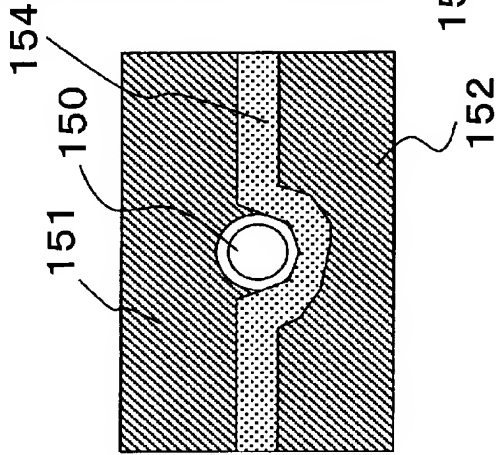


FIG. 23E

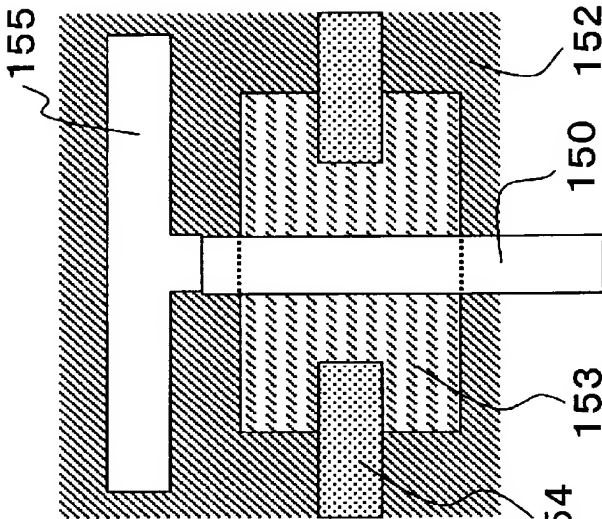


FIG. 23F

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2005/002314

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl.<sup>7</sup> B29C39/10, 39/24, 39/42//B29K105:06

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl.<sup>7</sup> B29C39/00-39/44, 70/00-70/88//B29K105:06

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2005
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2005	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2005

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
<u>X</u>	JP 2001-18230 A (Kabushiki Kaisha FJC), 23 January, 2001 (23.01.01), <u>Y</u> Claims; drawings (Family: none)	<u>1, 2, 24-42,</u> <u>50, 51, 70-85</u> <u>3-23, 52-69</u>
<u>X</u>	US 5565162 A (COMPOSITE MANUFACTURING & RESEARCH INC.), <u>Y</u> 15 October, 1996 (15.10.96), Drawings (Family: none)	<u>1, 2, 24-42,</u> <u>50, 51, 70-85</u> <u>3-23, 52-69</u>
<u>X</u>	JP 63-22618 A (Za Baddo Komupani), <u>Y</u> 30 January, 1988 (30.01.88), Fig. 1 & US 4724115 A & EP 243751 A2	<u>1, 2, 24-42,</u> <u>50, 51, 70-85</u> <u>3-23, 52-69</u>

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

\* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search  
28 April, 2005 (28.04.05)

Date of mailing of the international search report  
17 May, 2005 (17.05.05)

Name and mailing address of the ISA/  
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2005/002314

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
<u>X</u>	JP 62-282912 A (Za Baddo Komupani), 08 December, 1987 (08.12.87), Fig. 1	<u>1, 2, 24-42,</u> <u>50, 51, 70-85</u> <u>3-23, 52-69</u>
<u>Y</u>	& US 4740346 A & EP 234341 A1	
<u>X</u>	JP 2003-39455 A (Toray Industries, Inc.), 13 February, 2003 (13.02.03), Claims	<u>1, 2, 24-42,</u> <u>50, 51, 70-85</u> <u>3-23, 52-69</u>
<u>Y</u>	(Family: none)	
<u>X</u>	JP 2003-53744 A (Toray Industries, Inc.), 26 February, 2003 (26.02.03), Claims	<u>1, 2, 24-42,</u> <u>50, 51, 70-85</u> <u>3-23, 52-69</u>
<u>Y</u>	& US 2004/130072 A1 & EP 1415782 A1 & WO 03/13820 A1	
<u>Y</u>	JP 2002-347084 A (Esuipi Kabushiki Kaisha), 04 December, 2002 (04.12.02), Fig. 1	<u>3-23, 52-69</u>
	(Family: none)	
<u>Y</u>	JP 2002-127220 A (Yoshino Kogyosho Co., Ltd.), 08 May, 2002 (08.05.02), Fig. 2	<u>3-23, 52-69</u>
	(Family: none)	
<u>Y</u>	JP 55-123423 A (Nitto Boseki Co., Ltd.), 22 September, 1980 (22.09.80), Claims; drawings	<u>4-6, 8, 11, 14,</u> <u>15, 53-55, 57,</u> <u>60, 63, 64</u>
	(Family: none)	
<u>Y</u>	JP 9-272131 A (Toray Industries, Inc.), 21 October, 1997 (21.10.97), Drawings	<u>4-6, 8, 11, 14,</u> <u>15, 53-55, 57,</u> <u>60, 63, 64</u>
	(Family: none)	
<u>X</u>	US 5052906 A (SEEMAN COMPOSITE SYSTEMS, INC.), 10 October, 1991 (10.10.91), Claims; drawings & GB 2257938 A	<u>43-49</u>

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2005/002314

## Box No. II Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 2 of first sheet)

This international search report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

1. ☐ Claims Nos.:  
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:
  
2. ☐ Claims Nos.:  
because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:
  
3. ☐ Claims Nos.:  
because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

## Box No. III Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 3 of first sheet)

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:

The inventions in claims 1, 2, 24-42, 50, 51, 70-85 relate to RTM molding method and device in which a resin injection line is formed by being divided into a plurality of segments.

The inventions in claims 3-23, 52-69 relate to RTM molding method and device in which an intermediate member having a resin flow path penetrating in the thickness direction is provided.

The invention in claims 43-49 relate to an RTM molding method in which a layer directly below the front layer of a reinforcing fiber base material consists of a random mat layer.

(continued to extra sheet)

1. ☐ As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.
2. ☒ As all searchable claims could be searched without effort justifying an additional fee, this Authority did not invite payment of any additional fee.
3. ☐ As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:
  
4. ☐ No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.:

### Remark on Protest

- ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest.
- ☐ No protest accompanied the payment of additional search fees.



**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No.

PCT/JP2005/002314

Continuation of Box No.III of continuation of first sheet(2)

The above deficiency of unity is made clear after (after studying the prior art).

## A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl.<sup>7</sup> B29C39/10, 39/24, 39/42 // B29K105:06

## B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl.<sup>7</sup> B29C39/00-39/44, 70/00-70/88 // B29K105:06

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2005年
日本国実用新案登録公報	1996-2005年
日本国登録実用新案公報	1994-2005年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

## C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
<u>X</u>	J P 2001-18230 A (株式会社エフジェイシー)	<u>1, 2, 24-42, 50</u>
<u>Y</u>	2001. 01. 23, 特許請求の範囲, 図面 (ファミリーなし)	<u>, 51, 70-85</u> <u>3-23, 52-69</u>
<u>X</u>	U S 5565162 A (COMPOSITE MANUFACTURING & RESEARCH INC.,) 1996. 10. 15, 図面	<u>1, 2, 24-42, 50</u>
<u>Y</u>	(ファミリーなし)	<u>, 51, 70-85</u> <u>3-23, 52-69</u>

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

## \* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの  
「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの  
「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)  
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献  
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの  
「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの  
「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの  
「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

28. 04. 2005

国際調査報告の発送日

17. 5. 2005

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/J P)

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

堀 洋樹

電話番号 03-3581-1101 内線 3430

4 F

3034

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリ*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
<u>X</u>	J P 63-22618 A (ザ・バッド・コムパニー) 1988. 01. 30, FIG. 1	<u>1, 2, 24-42, 50</u> <u>, 51, 70-85</u>
<u>Y</u>	&US 4724115 A &EP 243751 A2	<u>3-23, 52-69</u>
<u>X</u>	J P 62-282912 A (ザ・バッド・コムパニー) 1987. 12. 08, FIG. 1	<u>1, 2, 24-42, 50</u> <u>, 51, 70-85</u>
<u>Y</u>	&US 4740346 A &EP 234341 A1	<u>3-23, 52-69</u>
<u>X</u>	J P 2003-39455 A (東レ株式会社) 2003. 02. 13, 特許請求の範囲 (ファミリーなし)	<u>1, 2, 24-42, 50</u> <u>, 51, 70-85</u>
<u>Y</u>		<u>3-23, 52-69</u>
<u>X</u>	J P 2003-53744 A (東レ株式会社) 2003. 02. 26, 特許請求の範囲	<u>1, 2, 24-42, 50</u> <u>, 51, 70-85</u>
<u>Y</u>	&US 2004/130072 A1 &EP 1415782 A1 &WO 03/13820 A1	<u>3-23, 52-69</u>
<u>Y</u>	J P 2002-347084 A (エスイピ株式会社) 2002. 12. 04, 図1 (ファミリーなし)	<u>3-23, 52-69</u>
<u>Y</u>	J P 2002-127220 A (株式会社吉野工業所) 2002. 05. 08, 図2 (ファミリーなし)	<u>3-23, 52-69</u>
<u>Y</u>	J P 55-123423 A (日東紡績株式会社) 1980. 09. 22, 特許請求の範囲, 図面 (ファミリーなし)	<u>4-6, 8, 11, 14,</u> <u>15, 53-55, 57,</u> <u>60, 63, 64</u>
<u>Y</u>	J P 9-272131 A (東レ株式会社) 1997. 10. 21, 図面 (ファミリーなし)	<u>4-6, 8, 11, 14,</u> <u>15, 53-55, 57,</u> <u>60, 63, 64</u>
<u>X</u>	US 5052906 A (SEEMAN COMPOSITE SYSTEMS, INC., ) 1991. 10. 10, 特許請求の範囲, 図面 &GB 2257938 A	<u>43-49</u>

## 第Ⅱ欄 請求の範囲の一部の調査ができないときの意見 (第1ページの2の続き)

法第8条第3項 (PCT17条(2)(a)) の規定により、この国際調査報告は次の理由により請求の範囲の一部について作成しなかった。

1. ☐ 請求の範囲 \_\_\_\_\_ は、この国際調査機関が調査をすることを要しない対象に係るものである。つまり、
2. ☐ 請求の範囲 \_\_\_\_\_ は、有意義な国際調査をすることができる程度まで所定の要件を満たしていない国際出願の部分に係るものである。つまり、
3. ☐ 請求の範囲 \_\_\_\_\_ は、従属請求の範囲であってPCT規則6.4(a)の第2文及び第3文の規定に従って記載されていない。

## 第Ⅲ欄 発明の単一性が欠如しているときの意見 (第1ページの3の続き)

次に述べるようにこの国際出願に二以上の発明があるところこの国際調査機関は認めた。

請求の範囲 1、2、24-42、50、51、70-85に係る発明は、樹脂注入ラインが複数に分割形成されているRTM成形方法及び装置に関するものである。

請求の範囲 3-23、52-69に係る発明は、厚み方向に貫通する樹脂流路を有する中間部材を配設するRTM成形方法及び装置に関するものである。

請求の範囲 43-49に係る発明は、強化繊維基材の表層の真下に層がランダムマット層からなるRTM成形方法に関するものである。

上記単一性の欠如は、事後に (先行技術を検討した後に) 明らかになった。

1. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料をすべて期間内に納付したので、この国際調査報告は、すべての調査可能な請求の範囲について作成した。
2. ☒ 追加調査手数料を要求するまでもなく、すべての調査可能な請求の範囲について調査することができたので、追加調査手数料の納付を求めなかった。
3. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料を一部のみしか期間内に納付しなかったため、この国際調査報告は、手数料の納付のあった次の請求の範囲のみについて作成した。
4. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料を期間内に納付しなかったため、この国際調査報告は、請求の範囲の最初に記載されている発明に係る次の請求の範囲について作成した。

## 追加調査手数料の異議の申立てに関する注意

☐ 追加調査手数料の納付と共に出願人から異議申立てがあった。

☐ 追加調査手数料の納付と共に出願人から異議申立てがなかった。